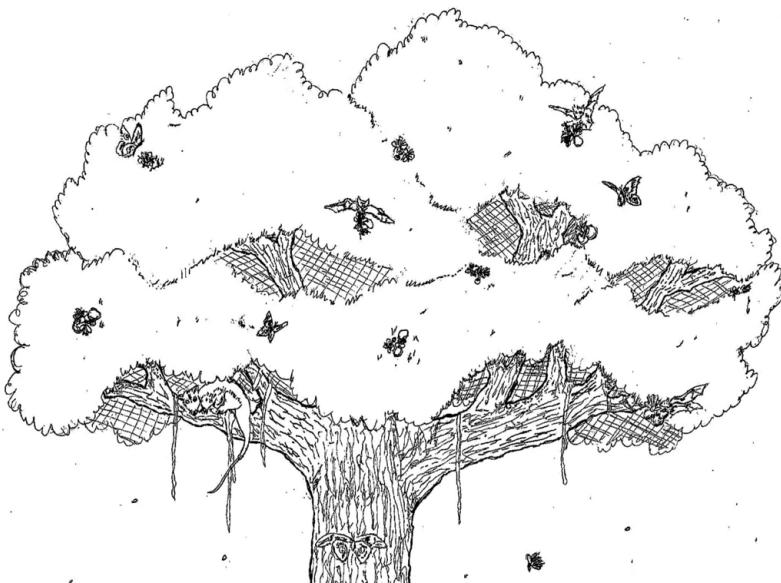


O Piquiá da Amazônia: Contribuições sobre a biologia e aplicações biotecnológicas



Élcio Meira da Fonseca Júnior
[organizador]



UFOPA
2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ

Reitora

Aldenize Ruela Xavier

Vice-Reitora

Dra. Solange Helena Ximenes Rocha

Pró-Reitor de Administração

Warlivan Salvador Leite

Pró-Reitora da Cultura, Comunidade e Extensão

Ediene Pena Ferreira

Pró-Reitora de Ensino de Graduação

Honorly Kátia Mestre Corrêa

Pró-Reitora de Gestão de Pessoas

Fabriciana Vieira Guimarães

Pró-Reitor de Gestão Estudantil

Luamim Sales Tapajós

Pró-Reitor de Planejamento e Desenvolvimento Institucional

Cauan Ferreira Araújo

Pró-Reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação Tecnológica

Kelly Christina Ferreira Castro

O Piquiá da Amazônia: Contribuições sobre a biologia e aplicações biotecnológicas

**EDITORIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ (EDUFOPA)
COMITÊ CIENTÍFICO**

Abner Vilhena de Carvalho	Lilian Rebellato
Alan Augusto Moraes Ribeiro	Luamim Sales Tapajós
Alfredo Pedroso dos Santos Júnior	Luana Lorena Silva Rodrigues
Amanda Estefânia de M. Ferreira	Marcelino Silva da Silva
Ana Carla dos Santos Gomes	Marcos Gervâniao de Azevedo Melo
Ana Maria Vieira Silva	Maria do Rosário da Silva
Anderson Alvarenga de Moura Meneses	Maria Lília Imbiriba Sousa Colares
Andréa Simone Rente Leão	Marina Smidt Celere Meschede
Bruna Cristine Martins de Sousa	Maxwell Barbosa de Santana
Bruno Braulino Batista	Michelle Midori Sena Fugimura
Carla Marina Costa Paxiúba	Miguel Aparício Suárez
Charles Hanry Faria Júnior	Nelson de Souza Amorim
Cintya de Azambuja Marns	Odenildo Queiroz de Sousa
Claide de Paula Moraes	Patrícia Chaves de Oliveira
Diani Fernanda da Silva Less	Raimundo Nonato Vieira Costa
Doriedson Alves De Almeida	Raoni Fernandes Azerêdo
Edilan De Sant'Ana Quaresma	Raphael Pablo Tapajós Silva
Élcio Meira da Fonseca Júnior	Renato Bezerra da Silva Ribeiro
Elder Koei Itikawa Tanaka	Renato da Silva Bandeira
Eleny Brandão Cavalcante	Ricardo Scoles Cano
Fábio Manoel França Lobato	Roberto do Nascimento Paiva
Felipe Holanda dos Santos	Rogério Henrique Almeida
Fernando Wallace Carvalho Andrade	Rose Caldas de Souza Meira
Frank Raynner Vasconcelos Ribeiro	Rubens Elias da Silva
Gabriel Brito Costa	Sandra Maria Sousa da Silva
Gilsom Cruz Junior	Sérgio de Melo
Helaine Cristina Moraes Furtado	Sheyla Regina Marques Couceiro
Heloisa do Nascimento de Moura Meneses	Suzete Roberta da Silva
Hergos Ritor Fróes de Couto	Tarcísio da Costa Lobato
Hugo Alex Carneiro Diniz	Thaisy Bentes de Souza
Itamar Rodrigues Paulino	Thiago Almeida Vieira
Izaura Cristina Nunes Pereira Costa	Tony Marcos Porto Braga
José Mauro Sousa de Moura	Vinicius José Giglio Fernandes
Kauê Santana da Costa	Wania Alexandrino Viana
Lia de Oliveira Melo	Wilson Sabino

Pareceristas do Edital 01/2022-2023 - UFOPA/Edufopa

Andréa Simone Rente Leão
Abner Vilhena de Carvalho
Bruna Cristine Martins de Sousa
Edilan de Sant'Ana Quaresma
Eleny Brandão Cavalcante
Gabriel Brito Costa
Izaura Cristina Nunes Pereira Costa
Jorgelene dos Santos Oliveira
Maria Lilia Imbiriba Sousa Colares
Raimundo Nonato Vieira Costa
Renato da Silva Bandeira
Ricardo Scoles Cano
Rogério Almeida
Rubens Elias Duarte Nogueira
Tarcisio da Costa Lobato
Thiago Almeida Vieira
Vinicius José Giglio Fernandes
Wania Alexandrino Viana

O Piquiá da Amazônia: Contribuições sobre a biologia e aplicações biotecnológicas



Élcio Meira da Fonseca Júnior
[organizador]



UFOPA
2024

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS - A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do código penal.

Equipe de realização

CONSELHO EDITORIAL DA EDUFOPA

Jorgiene dos Santos Oliveira – presidente
José Max Barbosa de Oliveira Junior
Luciana Gonçalves de Carvalho
Luiz Percival Leme Brito
Solange Helena Ximenes Rocha
Walace Gomes Leal

Imagen da capa

Ilustrada por Jordan Alexandre Batista Macambira

Revisão: Kdu Sena | MC&G Editorial

Normalização: Carlos Otavio | MC&G Editorial

Projeto gráfico: Glauco Coelho | MC&G Editorial

Diagramação: Glauco Coelho | MC&G Editorial

Capa: Maria Clara Costa | MC&G Editorial

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA

P666 O piquiá da Amazônia: contribuições sobre a biologia e aplicações biotecnológicas [recurso eletrônico] / Élcio Meira da Fonseca Júnior [Org.]. – Santarém : Edufopa , 2024.
Formato digital: il. color.

Inclui bibliografia.

Modo de acesso: <https://repositorio.ufopa.edu.br/jspui/handle/123456789/1603>

ISBN 978-65-983951-1-7 (Livro Digital)

1. Árvores - Identificação. 2. *Caryocar villosum* - Plantas amazônicas. 3. Árvores - Terminologia. 4. Biotecnologia. 5. Sustentabilidade. 6. Bioeconomia amazônica. I. Fonseca Júnior, Élcio Meira da, org. II. Título.

CDD. 582.1609811

Bibliotecária: Documentalista: Cátia Alvarez – CRB/2 843

Direitos desta edição cedidos à

UFOPA - UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ

Rua Vera Paz, s/nº - Salé

CEP 68.040-255 - Santarém/PA - Brasil

Tel.: +55 93 2101-3629

www.ufopa.edu.br/ufopa/

APRESENTAÇÃO

Esta obra resulta do trabalho colaborativo de docentes, pesquisadores e estudantes sobre o piquiá da Amazônia (*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.). Foi idealizada com o intuito de contribuir com informações sobre essa espécie e seus potenciais usos que, comparativamente ao pequi do Cerrado (*Caryocar brasiliense* Camb.), ainda são incipientes.

O livro foi organizado em capítulos abordando informações acerca da morfologia, fenologia, germinação e produção de mudas, seleção de matrizes e potenciais aplicações biotecnológicas. Neste último caso, são geradas discussões sobre os produtos que podem ser obtidos de diferentes partes da planta com destaque para o fruto utilizado na alimentação, para produção de óleo com fins medicinais e com potencial para produção de sabão, sabonetes, licor e os subprodutos para alimentação animal. Além disso, no último capítulo é apresentada uma discussão sobre o uso da madeira na produção de móveis, por apresentar design diferenciado devido às suas características peculiares e figura única.

Agradecemos aos autores pelo empenho, disponibilidade e dedicação para o desenvolvimento e conclusão dessa obra. Esperamos que sirva de instrumento didático-pedagógico e fonte de consulta para estudantes, professores, pesquisadores dos mais diversos níveis de ensino e demais interessados pela temática.

Élcio Meira da Fonseca Júnior
(Organizador).

LISTA DE FIGURAS, TABELAS E QUADROS

Capítulo 1

Figura 1: Plântulas de piquiá	18
Figura 2: Raiz pivotante da plântula e raízes superficiais em indivíduo mais velho	18
Figura 3: Fuste, base e ritidoma de uma árvore de piquiá	19
Figura 4: Tronco, galhos, casca interna e alburno de uma árvore de piquiá	20
Figura 5: Filotaxia (A), face adaxial (B) e face abaxial (C)	21
Figura 6: Folíolo central e margem foliar (A), ápice e base da face adaxial (B) e ápice e base da face abaxial (C)	22
Figura 7: Botões florais e flores	23
Figura 8: Fruto	23
Figura 9: Partes do fruto	24

Capítulo 2

Figura 1: Precipitação total (mm), temperatura média (°C) e umidade relativa do ar (%) para região de Belterra PA	31
Figura 2: Média climatológica para Belterra, dos últimos trinta anos	32
Figura 3: Queda foliar em indivíduos de piquiá, na Flona do Tapajós	32
Figura 4: Brotamento observado em indivíduos de piquiá, na Flona do Tapajós	33
Figura 5: Índice de atividade (A) e de intensidade (B) de Fournier (%) das fenofases de queda foliar	34
Figura 6: Botão floral observado em indivíduos de piquiá	35
Figura 7: Flor observada em indivíduos de piquiá, na Flona do Tapajós	35
Figura 8: Índice de atividade (A) e de intensidade (B) de Fournier (%) para as fenofases de botão floral e flores para indivíduos de piquiá	36
Figura 9: Frutos imaturos observados na copa das árvores de piquiá, na Flona do Tapajós	37
Figura 10: Frutos maduros de piquiá no chão (A), após desprendimento natural sob a copa, fruto inteiro (B) e após abertura mostrando os pirêniós com polpa amarela (C)	38
Figura 11: Índice de Atividade (A) e intensidade (B) para as fenofases de frutos imaturos e frutos maduros para indivíduos de piquiá	39

Tabela 1: Correlação de Spearman (r_s) entre as fenofases vegetativa e reprodutiva do piquiá e os fatores climáticos associados aos índices de atividade e de intensidade	40
--	----

Tabela 2: Produção média de frutos de piquiá da Amazônia da população total e de indivíduos produtivos	41
---	----

Capítulo 3

Figura 1: Ilustração de frutos de piquiá inteiros(A), com a abertura da casca ou mesocarpo externo (B), e pirênio ou caroço (C), Germinação e produção de mudas	48
Figura 2: Ilustração de pirênios com abertura de orifício na região basal do endocarpo (A e B) e embebição em água destilada, por 24 horas (C)	49
Figura 3: Canteiros utilizados para germinação de sementes de piquiá, contendo areia lavada peneirada de média granulação	50
Figura 4: Plântulas de piquiá germinadas em leito de areia (A) plântula com a emissão das primeiras folhas; plântulas mostrando o sistema radicular (B) e transplantio do leito de areia para sacos de polietileno preto (C)	50

Capítulo 4

Tabela 1: Localização das matrizes de piquiá, utilizadas neste estudo, das comunidades de Maguari e Jamaraquá, Flona do Tapajós, Belterra-PA.	56
Tabela 2: Porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME) em pirênios de piquiá, em função de planta matriz, 107 dias após montagem dos experimentos	58
Tabela 3: Crescimento inicial em plântulas de <i>C. villosum</i> , em função da planta matriz, dez dias após a emergência	59
Tabela 4: Acúmulo de biomassa fresca e seca em plântulas de <i>C. villosum</i> , em função da planta matriz, dez dias após a emergência	60

Capítulo 5

Figura 1: Mapa com a localização de matrizes de <i>Caryocar villosum</i> , Biometria como ferramenta para seleção de matrizes	68
Figura 2: Medições biométricas realizadas no fruto de piquá, seta vermelha indicando o diâmetro transversal (DT) e seta azul o diâmetro longitudinal (DL)	69
Tabela 1: Características biométricas de frutos de Piquiá (<i>Caryocar villosum</i>)	70
Tabela 2: Características biométricas de pirênios e da polpa de frutos de piquiá	72

Capítulo 6

Tabela 1: Composição físico-química da polpa do piquiá (<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers)	80
Tabela 2: Composição em ácidos graxos em polpas de piquiá (<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.)	82
Tabela 3: Atividade antioxidante, teor de fenólicos totais (TPC) e flavonóides em extratos etanólicos de frutos de piquiá (<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.)	83
Tabela 4: Níveis de compostos bioativos em polpas de frutas de piquiá (<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.)	84

Tabela 5: Teores de minerais de frutas de piquiá (<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.)	85
--	----

Capítulo 7

Figura 1: Números de trabalhos científicos na literatura sobre piquiá nos últimos 20 anos.	93
Figura 2: Fruto inteiro mostrando a casca (A); as partes constituintes do fruto (B); putâmens despolpados (C); e endocarpo rígido e espinhoso com embrião	94
Tabela 1: Possíveis formas de utilização de resíduos do piquiá na alimentação animal	95

Capítulo 8

Tabela 1: Levantamento das aplicações medicinais, alimentícia e cosmética da espécie <i>Caryocar villosum</i> (Aubl. Pers.)	103
Tabela 2: Levantamento das aplicações medicinais, alimentícias e cosmética da espécie <i>Caryocar brasiliense</i> Camb.	105

Capítulo 9

Tabela 1: Trabalhabilidade da madeira de piquiá quanto ao acabamento superficial e defeitos em plaina moldureira, lixa de cinta estreita, torno e broca	117
Tabela 2: Retenção e penetração de preservativos da madeira de piquiá	118
Tabela 3: Propriedades físicas da madeira de piquiá	118
Tabela 4: Flexão estática da madeira de piquiá	119
Tabela 5: Compressão paralela às fibras e compressão perpendicular às fibras de madeira piquiá	119
Tabela 6: Dureza Janka da madeira de piquiá	119
Tabela 7: Tração perpendicular às fibras, fendilhamento, cisalhamento e extração de pregos	119
Figura 1: Tonalidade da madeira do piquiá	120
Figura 2: Detalhe de como as fibras da madeira se dispõe em várias direções, o que dificulta o lixamento da madeira de piquiá	123
Figura 3: Peça produzida pelo Natural Arte Atelier, em piquiá Qualidade do lixamento	123
Figura 4: Tampo de mesa de piquiá em marcenaria. Espessura de 12cm. Comprimento de 4m	124
Figura 5: Banco em piquiá. Espessura de 10cm. Natural Arte Atelier	124
Figura 6: Mesa de centro em piquiá	125
Figura 7: Desdobro de um galho, considerado resíduo florestal. Natural Arte Atelier	126
Figura 8: Processo de lixamento da peça. Natural Arte Atelier	126
Figura 9: Produto final acabado. Natural Arte Atelier	127
Figura 10: Escultura desenvolvida pelo Natural Arte Atelier	127
Figura 11: Dano causado pelo impacto lateral em uma peça de piquiá	128

SUMÁRIO

Apresentação	7
1 O piquiá da Amazônia: conhecendo o piquiá	16
1.1 Conhecendo o piquiá	16
2 Fenologia e estrutura populacional	28
2.1 Introdução	28
2.2 Metodologia	29
2.3 Resultados e discussão	31
2.4 Considerações finais	42
3 Germinação e produção de mudas	46
3.1 Introdução	46
3.2 Metodologia	47
3.3 Resultados	48
3.4 Como produzir mudas após a germinação das sementes em leito de areia?	50
3.5 Considerações finais	51
4 Influência da planta matriz na germinação e crescimento inicial	54
4.1 Introdução	54
4.2 Metodologia	55
4.3 Resultados	58
4.4 Discussão	61
4.5 Considerações finais	63
5 Biometria como ferramenta para seleção de matrizes	66
5.1 Introdução	66
5.2 Material e métodos	67

5.3 Resultados e discussão	69
4.4 Considerações finais	74
6 Composição físico-química e bioquímica da polpa do fruto de piquiá 78	
6.1 Introdução	78
6.2 Método	79
6.4 Resultados e discussão	79
6.5 Considerações finais	85
7 Potencial para aproveitamento de subprodutos do piquiá na alimentação animal 91	
7.1 Introdução	91
7.2 Material e métodos	92
7.3 Resultados e discussão	93
7.4 Potenciais subprodutos do piquiá para alimentação animal	94
7.5 Considerações finais	97
8 Aplicações medicinais, na indústria alimentícia e de cosméticos 100	
8.1 Introdução	100
8.2 Método	102
8.3 Resultados e discussão	102
8.4 Considerações finais	109
9 Uso da madeira de piquiá no ecodesign de móveis 115	
9.1 Introdução	115
9.2 Material e métodos	116
9.3 Resultados e discussão	116
9.4 Considerações finais	129
Sobre os autores	131

CAPÍTULO 1



1 O piquiá da Amazônia: Conhecendo o piquiá

CRISTINA ALEDI FELSEMBURGH
ANDRESSA J. VIANA DE SOUZA
ÉLCIO MEIRA DA FONSECA JÚNIOR

CONHECENDO O PIQUIÁ

A família botânica Caryocaraceae é exclusivamente neotropical com dois gêneros e cerca de 27 espécies distribuídas da Costa Rica ao sul do Brasil. O gênero *Caryocar* L. possui dezoito espécies, dentre elas *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. conhecido popularmente como piquiá, piquiá-verdadeiro, pequiá, piqui, amêndoa-de-espinho, amêndoa-de-peru e grão-de-cavalo (PRANCE & PIRANI, 2023; SILVA, 2006).

Distribuída pelos estados do Amazonas, Pará, Norte do Maranhão, território do Amapá e Guianas, (VASTANO JR & BARBOSA 1982). Na região Amazônica, o piquiá ocorre nas matas altas de terra firme primárias e em formações secundárias em solos argilosos (RIZZINI, 2000).

É uma árvore de grande porte podendo alcançar de 40 a 50 m de altura e 1,8 a 2,5 m de diâmetro (CARVALHO *et al.*, 2006; CLAY *et al.*, 2000; MARX *et al.*, 1997) e classificada como clímax (SILVA, 2006).

O piquiazeiro é uma espécie com uso múltiplo, a madeira é pesada, com densidade de 0,93 g/cm³, porosa, com fibras reversas, forte e com alta resistência ao ataque de xilófagos, com coloração do cerne bege-amarelado a pardo-amarelado ou pardo acinzentado, brilho moderado, presença de óleos e/ou resinas e odor suave de vinagre (ITTO, 2023; LORENZI, 1998).

A madeira é de difícil trabalhabilidade com ferramentas manuais e mesmo mecânicas, têm superfície áspera, mas apresenta bom acabamento em verniz, pintura e polimento (IPT, 2023), pode ser empregada na construção naval em cascos de embarcações, costados, quilhas, cavernames, conveses e canoas escavadas com tronco inteiro, na construção civil pesada e externa em dormentes ferroviários, cruzetas, postes, mourões, na construção civil pesada e interna em vigas e caibros e ainda como assoalhos de armazéns, esteios, armações de selas, cabos de ferramentas, tanoaria, embalagens e pilões (IPT, 2023; LORENZI, 1998; RIZZINI, 2000).

Os frutos do piquiá apresentam usos múltiplos, *in natura*, após cozimento são comestíveis principalmente a polpa apreciada para preparar pratos regionais, da semente obtém-se a amêndoas que também pode ser utilizada na alimentação (CHISTÉ *et al.*, 2012; SILVA, 2006). A casca do fruto pode ser utilizada na preparação de tinta para o tingimento de tecidos e para escrever (FRANCISCONI, 2018; SHANLEY & MEDINA, 2005).

O óleo da amêndoas pode ser utilizado como lubrificante, para iluminação (SILVA, 2006) matéria-prima para obtenção de óleo para cozinhar, azeite, fabricação de licor (CLEMENT, 1993; CARVALHO *et al.*, 2006) sabão, perfume, creme, repelente (SHANLEY & MEDINA, 2005), cosméticos (PIANOVSKI *et al.*, 2008) além do potencial para a produção de biodiesel (SOUZA *et al.*, 2008).

O piquiá é uma árvore de dossel superior ou emergente em florestas primárias, classificada como espécie clímax, sem galhos e com uma copa folhosa no topo. Quando em áreas abertas, as árvores são mais baixas, com copa larga e galhos abundantes (FRANCISCO-NI, 2018; SILVA, 2006; CLAY *et al.*, 2000).

É uma espécie exigente em luz durante o processo de germinação e para a regeneração natural em florestas são necessárias grandes clareiras para o estabelecimento das plântulas como mostra a Figura 1 (SILVA, 2006).

Figura 1: Plântulas de piquiá



Fonte: Juliana Maia Lima

A raiz é pivotante, mas a maioria das raízes são superficiais grossas e longas, em indivíduos mais velhos podem se alastrar superficialmente por alguns metros se distanciando da base do tronco (Figura 2) (FRANCISCONI, 2018, CLAY *et al.*, 2000; RIBEIRO *et al.*, 1999).

Figura 2: Raiz pivotante da plântula e raízes superficiais em indivíduo mais velho (seta branca).



Fontes: Juliana Maia Lima (a); elaborado pelos autores (b)

O tronco do piquiá é classificado como ereto, base reta, cilíndrico até a base, volumoso, ritidoma com coloração cinza a marrom, fissurado (Figura 3) e fissuras profundas em indivíduos mais velhos podendo ocorrer desprendimento em placas grandes. Frequentemente o tronco é oco em árvores grandes (RIBEIRO *et al.*, 1999).

Figura 3: Fuste, base e ritidoma de uma árvore de piquiá.



Fonte: Andressa Viana

A casca é dura e espessa apresentando-se seca ao corte e causa coceira quando tocada (PARROTTA *et al.*, 1995). A casca interna com coloração laranja e odor azedo e o alburno com coloração laranja e aspecto fibroso. O tronco sustenta uma copa com ramos folhosos grossos e tortuosos (Figura 4) (VASTANO JR & BARBOSA, 1982).

Figura 4: Tronco, galhos, casca interna e alburno de uma árvore de piquiá.



Fonte: Andressa Viana

É uma espécie com copa grande e aberta, folhas compostas, dispostas em grupos nas pontas dos ramos, trifolioladas e filotaxia oposta cruzada (Figura 5). Pecíolo presente e comprido com 4-15 cm, folíolos sésseis ou com peciólulos curtos. Folíolo central longo e os laterais menores.

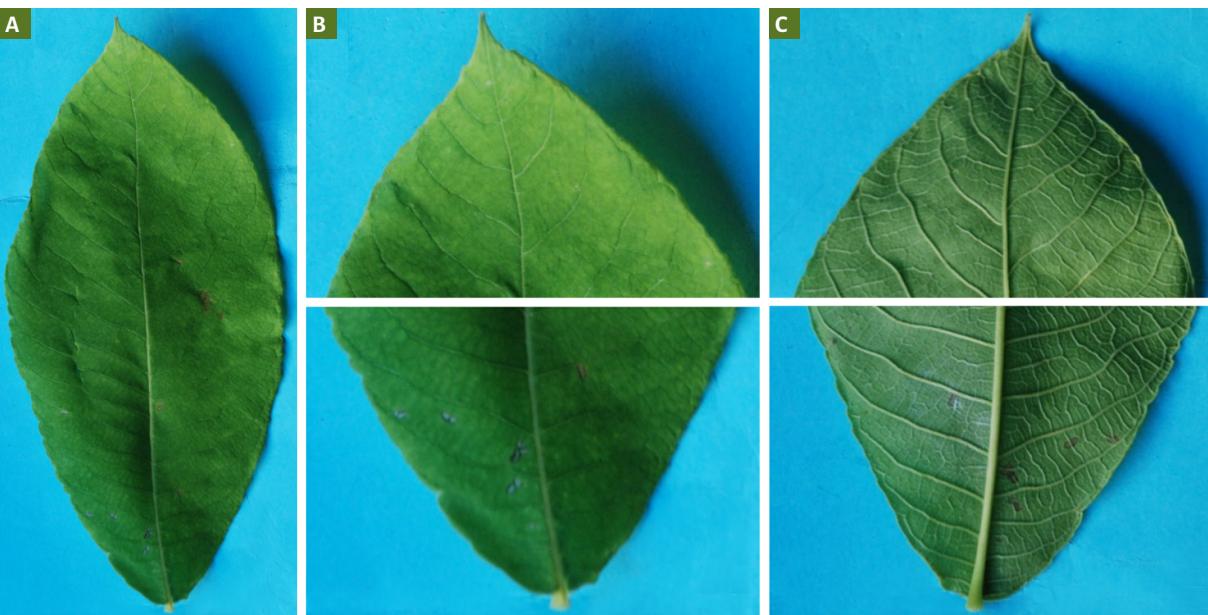
Figura 5: Filotaxia (A), face adaxial (B) e face abaxial (C).



Fonte: Andressa Viana

Lâmina elíptica e/ou entre ovais e oblongas, com ápice acuminado, base arredondada, margem serreada a crenada (Figura 6), face abaxial vilosa-hirsuta ou pubescente na região da nervura central, face adaxial vilosa a glabra. Venação proeminente. Estípulas e estipelas ausentes (PRANCE & PIRANI; 2023; RIZZINI, 2000; RIBEIRO *et al.*, 1999).

Figura 6: Folíolo central e margem foliar (A), ápice e base da face adaxial (B) e ápice e base da face abaxial (C).



Fonte: Andressa Viana

As flores são grandes e vistosas, dispostas em inflorescências terminais do tipo racemo pubescente com pedúnculo longo, pouco flexível e expondo as flores acima das folhas (Figura 7). As pétalas são amarelo-pálidas e oblongo-elípticas. Flores diclamídeas, com simetria actinomorfa, 5 sépalas gamossépala, corola decídua, 5 pétalas dialipétala, numerosos estames (230-300) unidos entre si na base e na corola, decíduos, com filetes longos e anteras bitecas com deiscência rimosa, com a presença de estaminódios, ovário súpero, globoso e tetralocular. Antes e durante a antese as flores exalam odor pouco agradável e adocicado. As flores são polinizadas principalmente por morcegos (PRANCE & PIRANI; 2023; FRANCISCONI, 2018; MARTINS & GRIBEL, 2007) e a floração ocorre durante os meses de agosto-setembro (LORENZI, 1998).

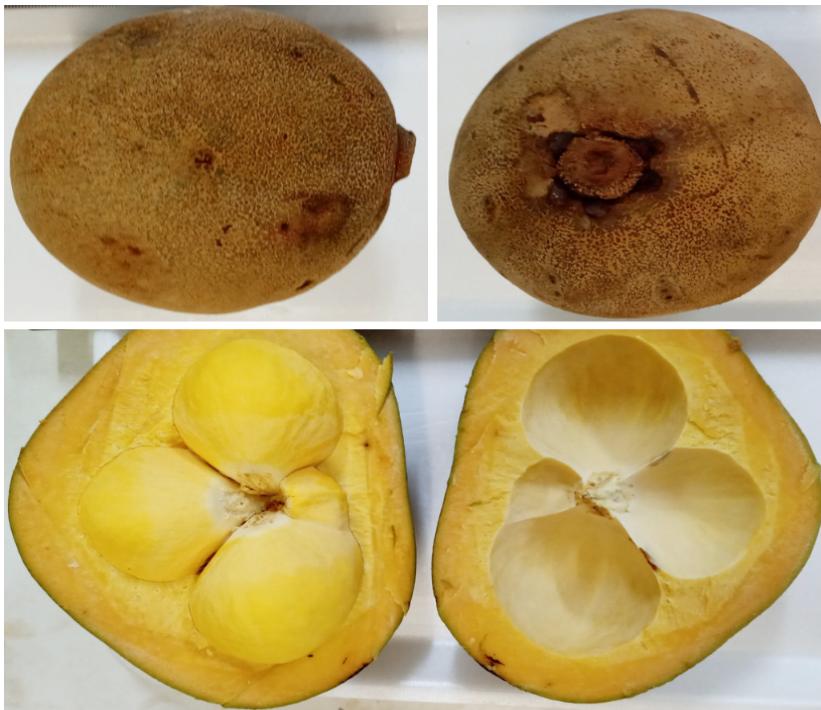
Figura 7: Botões florais e flores



Fonte: Lizandra Ferreira Lameira

O fruto é classificado como drupa, com pericarpo carnoso de coloração marrom acinzentada representando aproximadamente 65% do peso do fruto, oblongo-globosa, com cerca de 6-7 x 7-8 cm, glabra, (Figura 8).

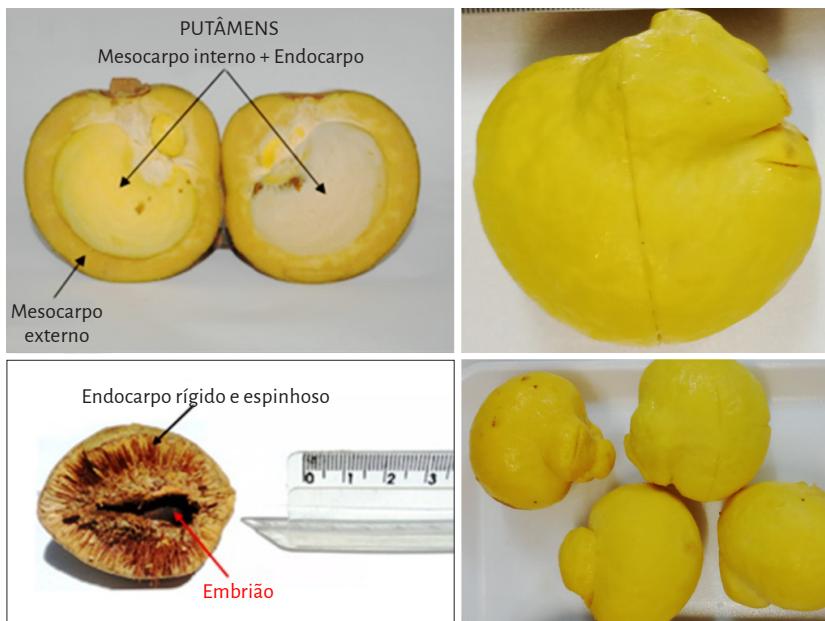
Figura 8: Fruto



Fonte: Juliana Maia Lima

Mesocarpo oleoso e endocarpo com espinhos curtos (Figura 9) (PRANCE & PIRANI; 2023; FRANCISCONI, 2018). Os espinhos são finos e numerosos medindo de 5-12 mm de comprimento (RIZZINI, 2000). A frutificação ocorre de março até maio (LORENZI, 1998).

Figura 9: Partes do fruto



Fonte: Juliana Maia Lima

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. R. et al. Antigenotoxic effects of piquiá (*Caryocar villosum*) in multiple rat organs. **Plant food human nutr**, v.67, p. 171-177, 2012.
- BARRETO, G. P. M.; BENASSI, M. T.; MERCADANTE, A. Z. Bioactive compounds from several tropical fruits and correlation by multivariate analysis to free radical scavenger activity. **Journal of brazilian chemical society**, v. 20, p. 1856-1861, 2009.
- CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O.; MULLER, C. H. Propagação do pequiazeiro. Belém, Pa: Embrapa Amazônia Oriental, 25 p. **Embrapa Amazônia Oriental, comunicado técnico**, 262. 2006.
- 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, p. 5884-5892, 2012.

CLAY, J. W.; SAMPAIO, P. T. B.; CLEMENT, C. R. **Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias de utilização.** 1 ed. Manaus: programa de desenvolvimento empresarial e tecnológicos. 2000. p. 119-131.

FRANCISCONI, A. F. **Diversidade, estrutura genética e domesticação de piquizeiros (*Caryocar villosum*) em duas localidades da Amazônia brasileira.** Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2018.

GALUPPO, C. S. **Documentação do uso e valorização do óleo de piquiá (*caryocar villosum* (Abul) Pers.) E do leite do amapá-doce (*Brosimum parinarioedis* Ducke) para a comunidade de Piquiatuba, Floresta Nacional do Tapajós. Estudos físicos, químicos, fitoquímicos e farmacológicos.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais – Silvicultura e Manejo Florestal) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2004.

ipt.instituto de pesquisas tecnológicas. Disponível em: https://www.upt.br/informacoes_madeiras/72-caryocaraceae.htm. Acesso em: 09 fev. 2023.

ITTO. **INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION.** Disponível em: <http://www.tropicaltimber.info/pt-br/specie/pequia-caryocar-villosum/#lower-content>. Acesso em: 09 fev. 2023.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2 ed. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 1998, v. 01. 371p.

LEANDRO, C. T. B.; FONSECA JUNIOR, E. M.; OTANI, F. S.; FELSEMBURGH, C. A.. Caracterização biométrica e composição química do fruto de *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. nativo da Amazônia. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.6, p.295-306, 2018. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.006.0028>.

MARTINS, R. L.; GRIBEL, R. Polinização de *caryocar villosum* (aubl.) Pers. (caryocaraceae) uma árvore emergente da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, p. 37-45, 2007.

MARX, F.; ANDRADE, E.H.A.; MAIA, J.G. **Chemical composition of the fruit pulp of *Caryocar villosum*.** Z Lebensum Unters Forsch A. v. 204, p. 442-444, 1997.

OLIVEIRA, L. M.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, M. L. M. Teste de germinação de sementes de *peltophorum dubium* (sprengel) taubert-fabaceae. **Floresta**, Curitiba, Paraná, v.38, n.3, jul./set. 2008.

PARROTTA, J.A.; FRANCIS, J.K.; ALMEIDA, R.R., 1995. International Institute of Tropical Forestry and United States Department of Agriculture and Forest Service. **Trees of the Tapajós: a photographic field guide.** Río Piedras, Puerto Rico: USDA, 370 p.

PIANOVSKI, A.R., et al. Uso do óleo de pequi (*Caryocar brasiliense*) em emulsões cosméticas: desenvolvimento e avaliação da estabilidade física. **Rev. Bras. Cienc. Farm**, n. 44, v. 2, 2008.

PRANCE, G.T.; PIRANI, J.R. **Caryocaraceae in Flora e Funga do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB16721>. Acesso em: 07 fev. 2023.

RIBEIRO, J. E. L. S. *et al.* **Flora da Reserva Ducke. Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central.** INPA-DFID, Manaus, 1999, 800 p.

RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil:** Manual de Dendrologia Brasileira. Editora Blucher, São Paulo, 2 ed., 6^a reimpressão, 2000, 296p.

SILVA, S. Piquiá. *In:* _____. **Árvores da Amazônia.** São Paulo: Empresa das artes, 2006, p. 162-163.

SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica.** 1 ed. Belém-PA: Cifor, Imazon, 2005.

VASTANO JÚNIOR, B.; BARBOSA, A. P. Propagação vegetativa do piquiá (*caryocar villosum* pers.) Por estiquia. **Acta Amazônica**, v.13, p.143-148, 1983.



CAPÍTULO 2



2 Fenologia e estrutura populacional

LIZANDRA FERREIRA LAMEIRA
EMILLY LUCIANA VASCONCELOS SOARES
JULIANA MAIA LIMA
ÉLCIO MEIRA DA FONSECA JÚNIOR

INTRODUÇÃO

A fenologia estuda os fenômenos naturais repetitivos, como os ritmos de floração, frutificação, mudança foliar e sua relação especialmente com o clima sendo de fundamental importância para a silvicultura, manejo florestal e ecologia (LIETH, 1974). Assim, com informações a respeito de brotação, florescimento, frutificação e dispersão de sementes é possível definir os padrões vegetativos e reprodutivos das espécies (MELO *et al.*, 2015).

Essa ciência objetiva o conhecimento do ciclo anual das espécies, o qual está diretamente relacionado ao caráter adaptativo de cada espécie em sua área de dispersão (ANDREIS *et al.*, 2005). As plantas possuem ritmos fenológicos próprios que podem ser ativados com determinadas condições ambientais. Assim, variações no padrão climático interferem no desenvolvimento da floração e da frutificação (HAMANN, 2004). O conhecimento dos padrões de florescimento e de frutificação de uma espécie, fornecido por levantamentos fenológicos, é básico para compreender, tanto o seu processo, quanto o seu sucesso reprodutivo (FISCH *et al.*, 2000). Os dados fenológicos possibilitam um melhor entendimento da dinâmica de crescimento e desenvolvimento de uma população e de uma comunidade natural ou cultivada em um determinado local ou região (FERRERA *et al.*, 2017).

No Brasil estudos fenológicos são escassos, geralmente, de curta duração, realizados em florestas, seguidas pelas savanas e, com poucas exceções, enfocam espécies arbóreas ou lenhosas. Poucos são os estudos que incluem epífitos, trepadeiras, estratos inferiores de florestas ou herbáceas e ambientes com sazonalidade climática (MORELLATO, 2007).

Associado aos estudos de fenologia, também são de grande importância os estudos de estrutura populacional. O conhecimento da estrutura de uma população possibilita entender a relação atual com o ambiente, avaliar alterações anteriores e, em alguns casos, projetar o futuro dessa população (SILVA *et al.*, 2009). A estrutura de uma determinada população vegetal é o resultado de interações bióticas e/ou abióticas que provocam mudanças no arranjo estabelecido pelos indivíduos, demonstrando como uma espécie explora o ambiente que ocupa (ARANTES; SCHIAVINI, 2011). Deste modo, a busca por informações sobre a estrutura populacional das espécies é indispensável para entender seus processos dinâmicos e ecológicos, que são fundamentais para execução de manejo, bem como para avaliar o potencial de uso de determinada espécie (COSTA *et al.*, 2017).

Neste contexto, faz-se necessário conhecer biologia reprodutiva e vegetativa da espécie para que se possam desenvolver ferramentas úteis para sua conservação.

Este estudo, portanto, objetivou avaliar a fenologia reprodutiva e vegetativa, a estrutura populacional e, com base na literatura, indicar a produção média de frutos.

METODOLOGIA

Área de estudo

A parte de campo deste estudo foi desenvolvida na Floresta Nacional do Tapajós (Flona do Tapajós), na comunidade de Piquiatuba, no município de Belterra-PA, localizada entre as coordenadas: 02°27'541"S e 054°42'038"W e 02°59'848"S e 055°04'607"W respectivamente.

Avaliação Fenológica

O estudo foi realizado no período de outubro de 2013 a julho de 2015. Para avaliação fenológica foram selecionados quinze indiví-

duos adultos de *C. villosum* e marcados aleatoriamente, na comunidade de Piquiatuba; na Flona do Tapajós. Os indivíduos foram monitorados mensalmente durante as fases vegetativas e quinzenalmente durante o período reprodutivo.

Foram registradas as fenofases de botão floral, floração (flores em antese), frutos imaturos, frutos maduros, queda foliar e brotamento. Para a visualização das fenofases foi utilizado um binóculo. Os eventos fenológicos foram analisados por métodos qualitativos e semiquantitativo. No método qualitativo, foi empregada a escala nominal, que consiste no registro da presença ou ausência da fenofase (BENCKE; MORELLATO, 2002). Desta forma, os eventos fenológicos foram quantificados através do cálculo da porcentagem de indivíduos da população que manifestaram o evento (índice de atividade). No método semiquantitativo, a intensidade de cada evento fenológico foi estimada através de uma escala de cinco categorias (0 a 4) com intervalos de 25% entre cada (índice de intensidade; Fournier, 1975).

Para compreender o efeito do clima sobre o comportamento fenológico foram analisadas as variáveis meteorológicas (precipitação total (mm), temperatura, umidade relativa do ar), coletados da Estação Meteorológica de Belterra-PA, a partir do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e disponibilizados <http://www.inmet.gov.br>. Foram realizadas correlações não paramétricas de Spearman (rs) após análise dos desvios da normalidade dos dados fenológicos.

Produção média de frutos

Foi realizado o levantamento na literatura sobre a produção de frutos e somente um trabalho foi localizado. Com base nos resultados de SHANLEY (2000), que avaliou a produção de frutos em uma área da Região de Integração do Rio Capim-PA, entre os anos de 1994 e 1998, indicou-se a produção média de frutos.

Estrutura populacional

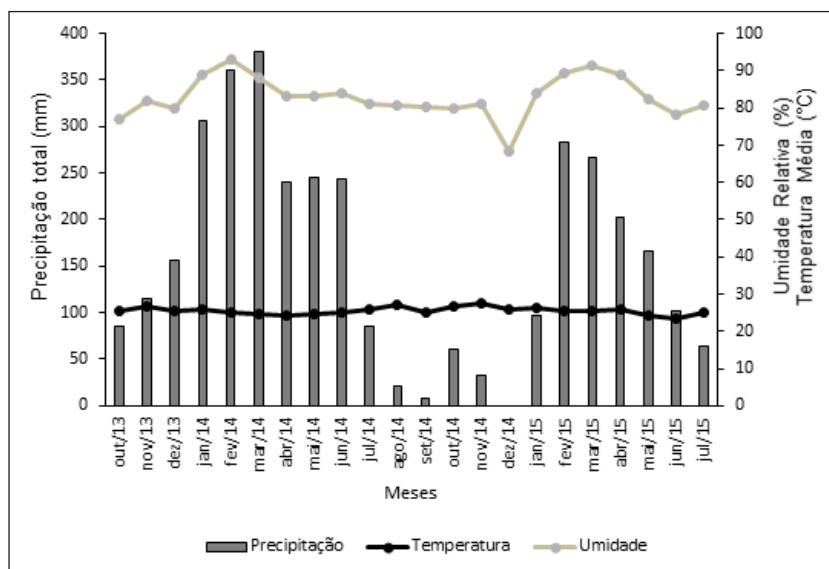
O estudo foi realizado por nosso grupo de pesquisa em duas áreas próximas à Comunidade de Piquiatuba, na Flona do Tapajós, Belterra-PA, sendo amostrados todos os indivíduos de piquiá e a estrutura populacional analisada em trabalho publicado por LIMA *et al.* (2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fatores climáticos

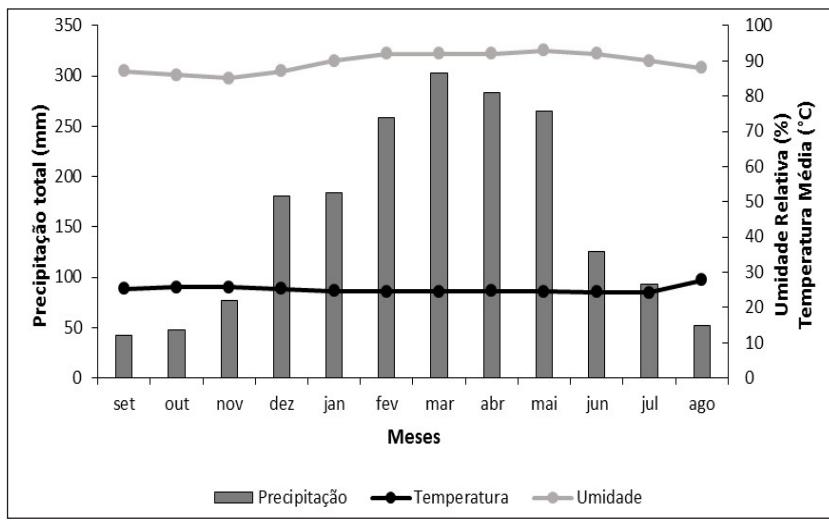
Durante o período de estudo, de outubro de 2013 a julho de 2015, praticamente não se verificaram variações na temperatura média mensal do ar (Figura 1). A umidade relativa do ar, por outro lado, apresentou variação sendo menor em dezembro de 2014 com 68,2 % e maior em fevereiro de 2014 com 93,1 % (Figura 1). A precipitação aumentou gradualmente de outubro de 2013 a março de 2014, com redução em abril permanecendo constante até junho de 2014. Após junho, verificou-se redução na precipitação, com menores valores em setembro de 2014 com 8,3 mm e 0 mm dezembro deste mesmo ano. O mês com maior precipitação foi março de 2014, com 380,1 mm. Esses resultados estão de acordo com a média climatológica para Belterra-PA dos últimos trinta anos, exceto precipitação nos meses de setembro e dezembro de 2014 comparado a média climatológica de 41,8 mm e 180,4 mm para setembro e dezembro, respectivamente (Figura 2).

Figura 1: Precipitação total (mm), temperatura média (°C) e umidade relativa do ar (%) para região de Belterra-PA, no período de outubro de 2013 a julho de 2015.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2: Média climatológica para Belterra, dos últimos trinta anos, obtidos do banco de dados do INMET.



Fonte: INMET, 1992

Fenofase vegetativa – Desfolhamento e brotamento

A fenofase de desfolhamento, também conhecida como queda foliar, verificada em indivíduos de piquiá na Flona do Tapajós é representada na Figura 3.

Figura 3: Queda foliar em indivíduos de piquiá, na Flona do Tapajós, comunidade de Piquiatuba, Oeste do Pará.



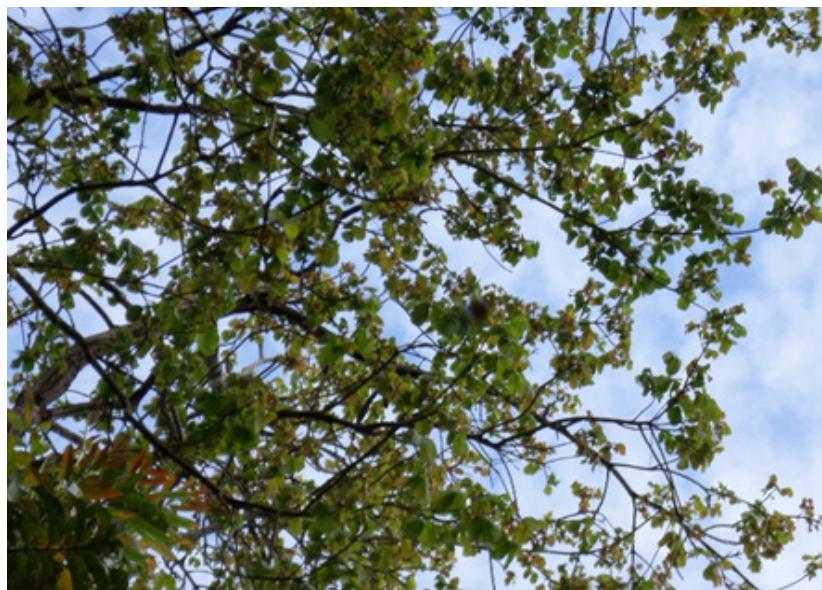
Fonte: Elaborado pelos autores.

Esta fenofase iniciou em junho de 2014, finalizando em agosto deste mesmo ano, com pico de atividade (Figura 5A) e intensidade (Figura 5B), respectivamente, de 100% e 46,7% em julho coincidindo com o período de redução da precipitação e da estação seca entre os meses de julho e agosto (Figura 1). No ano seguinte a fenofase teve inicio em abril/2015, estendendo-se ate julho/2015 apresentando pico de atividade (Figura 5A) e intensidade (Figura 5B), respectivamente, de 60% e 24,4% coincidindo com redução da precipitação que em julho de 2015 foi 64,7 mm.

Os eventos de senescênci a e queda foliar, provavelmente, encontram-se relacionados à estação seca, quando ocorre um aumento da evapotranspiração. Desse modo, a perda de folhas no período seco constitui um fator de economia hídrica para as plantas e a redução da umidade estimula a abscisão foliar (BORCHERT *et al.*, 2002).

A fenofase de brotamento caracteriza-se pelo surgimento de pequenas folhas nos ápices dos ramos, inicialmente folhas menores marrom claro seguidas por verde escuro (Figura 4).

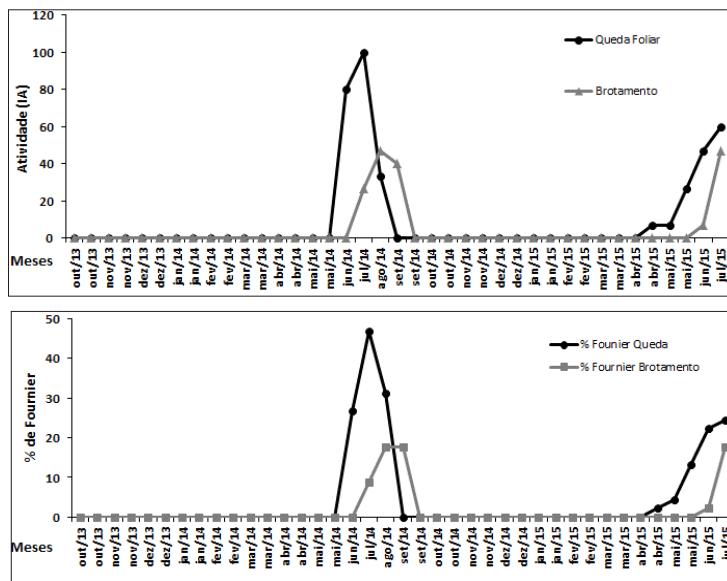
Figura 4: Brotamento observado em indivíduos de piquiá, na Flona do Tapajós, comunidade de Piquiatuba, Oeste do Pará.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Em 2014, o brotamento ocorreu nos meses de julho e setembro coincidindo com o evento de queda foliar, registrando-se máxima atividade (Figura 5A) e intensidade (Figura 5B), respectivamente, de 46,7 % e 17,8% no mês de agosto. Em 2015, a fenofase foi observada nos meses de junho e julho com pico de atividade de 46,7% (Figura 5A) e intensidade de 17,8% (Figura 5B) no mês de julho.

Figura 5: Índice de atividade (A) e de intensidade (B) de Fournier (%) das fenofases de queda foliar e brotamento para indivíduos de piquiá, registrados no período de outubro de 2013 a julho de 2015, na Flona do Tapajós, na comunidade de Piquiatuba, Oeste do Pará.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Fenofase reprodutiva

Botão floral e flores

A fase reprodutiva de piquiá iniciou-se com a emissão de botões florais (Figura 6), seguida pela fenofase de floração (Figura 7). As flores de piquiá apresentam a forma de “pincel de estames”; coloração amarela e branca; estames amarelos, ficam expostos acima da copa em inflorescências terminais (CLAY *et al.*, 2000, MARTINS; GRIBEL, 2007). As flores possuem antese noturna, odor forte, grande quantidade de néctar e pólen, portanto, característica de síndrome de quiropterofilia, ou seja, são polinizadas por morcegos

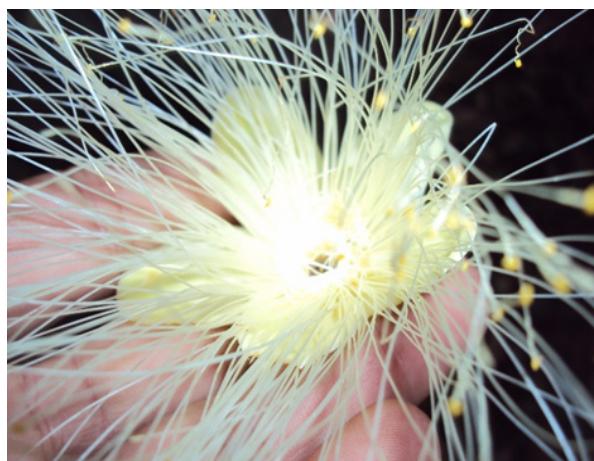
(MARTINS; GRIBEL, 2007). A espécie é visitada por morcegos da espécie *Phyllostomus discolor* e morcegos glossofagíneos, assim como por marsupiais arborícolas e mariposas Sphingidae (MARTINS; GRIBEL, 2007).

Figura 6: Botão floral observado em indivíduos de piquiá, na Flona do Tapajós, comunidade de Piquiatuba, Oeste do Pará.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 7: Flor observada em indivíduos de piquiá, na Flona do Tapajós, comunidade de Piquiatuba, Oeste do Pará.



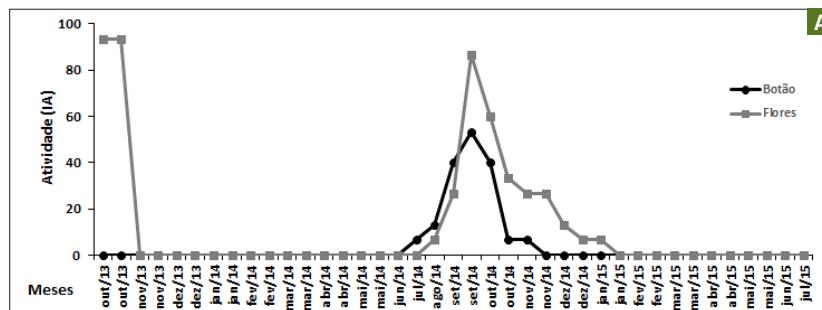
Fonte: Elaborado pelos autores.

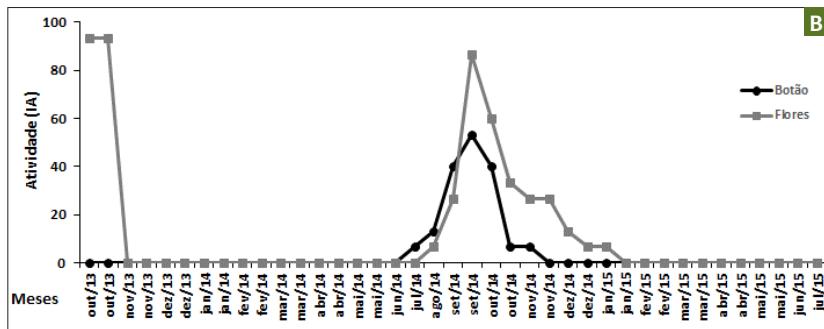
A fenofase de botão floral foi observada de julho a novembro/2014, com pico no mês de setembro de 2014, com 53,3% de atividade (Figura 8A) e 25% de intensidade (Figura 8B).

A floração iniciou-se um mês após o aparecimento dos botões florais, de agosto/2014 a janeiro/2015, com pico em setembro/2014 sendo 86,7% para atividade (Figura 8A) e 38,3% para intensidade (Figura 8B) sendo esse o mês mais seco do ano (Figura 2). Em outubro de 2013, quando iniciou o estudo, período em que as árvores estavam florescendo, verificou-se máxima atividade com 93% dos indivíduos com flores (Figura 8B) correspondendo também a um período de baixa precipitação.

Resultados semelhantes foram observados por ARAÚJO (1970); ALENCAR *et al.* (1979) na Amazônia Central, em que a maioria das espécies floresceu no período de menor precipitação, havendo, portanto, uma periodicidade para a floração, com um pico de floração entre os meses de julho a setembro. Segundo BENTOS *et al.* (2008) a floração na estação seca é vantajosa para facilitar a ação de agentes polinizadores, podendo ser inibida pela chuva. Além disso, o pico de atividade de indivíduos com flores de 93% em 2013 e 86,7% em 2014 pode estar relacionado com uma estratégia da espécie para elevar os níveis de polinização, pois indivíduos florescendo sincronicamente em uma população podem atrair maior número de visitantes florais e aumentar as taxas de visitas às flores e o transporte de pólen entre plantas (PRIMACK, 1980; AUGSPURGER, 1981). Esse fato pode contribuir para a manutenção do fluxo gênico entre as populações, pois a polinização do piquiá é realizada por morcegos, cujo voo atinge grandes distâncias (MARTINS; GRIBEL, 2007).

Figura 8: Índice de atividade (A) e de intensidade (B) de Fournier (%) para as fenofases de botão floral e flores para indivíduos de piquiá, para o período de outubro de 2013 a julho de 2015, na Flona do Tapajós, na comunidade de Piquiatuba, Oeste do Pará.



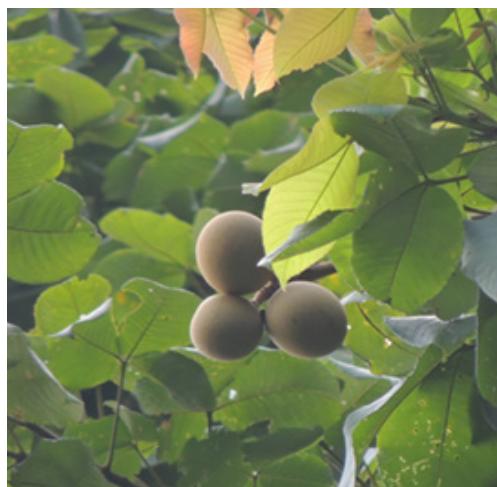


Fonte: Elaborado pelos autores.

Frutificação - Frutos imaturos e maduros

A frutificação iniciou com a verificação da presença de frutos imaturos na copa das árvores (Figura 9) seguido por frutos maduros, condição observada quando desprendidos naturalmente da planta mãe no chão (Figura 10). Conforme estudo realizado por nosso grupo de pesquisa (LEANDRO *et al.*, 2018), os frutos maduros de piquiá apresentam massa fresca variando de 262,45g a 758,78g, com média de 437,45g. A massa fresca da casca entre 158g e 603g, a massa fresca dos pirênios com polpa entre 61g e 271g; a massa fresca da polpa entre 31g e 91g e o rendimento da polpa entre 8% e 20% (LEANDRO *et al.*, 2018).

Figura 9: Frutos imaturos observados na copa das árvores de piquiá, na Flona do Tapajós, comunidade de Piquiatuba, Oeste do Pará.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 10: Frutos maduros de piquiá no chão (A), após desprendimento natural sob a copa, fruto inteiro (B) e após abertura mostrando os pirênios com polpa amarela (C), da Flona do Tapajós, comunidade de Piquiatuba, Oeste do Pará.



Fonte: Elaborado pelos autores.

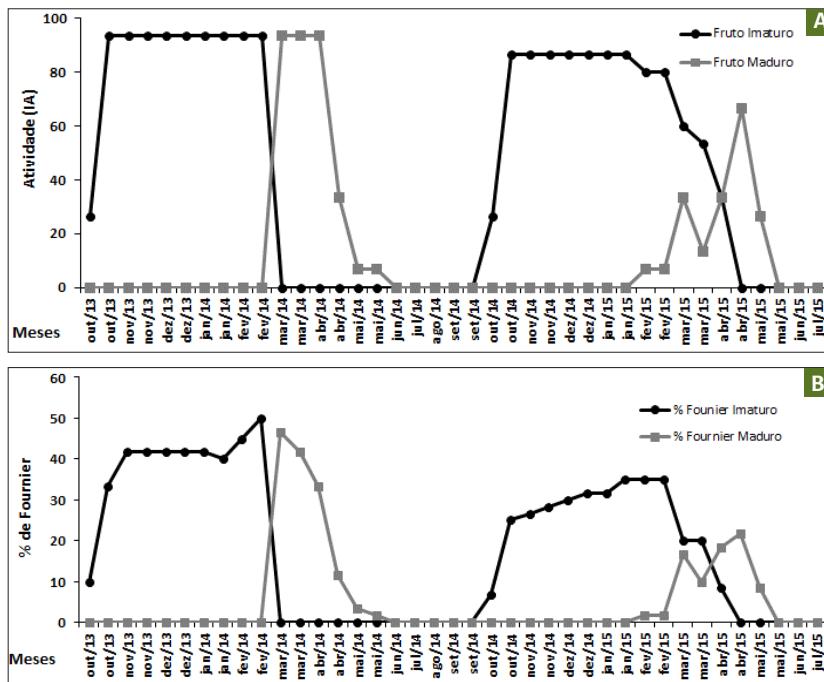
A presença de frutos imaturos foi observada de outubro/2013 a fevereiro/2014, com o pico de atividade para esse período de 93,3% (Figura 11A). Verificou-se redução dessa fenofase em fevereiro/março de 2014 coincidindo com o período de máxima precipitação (Figura 2). No ano seguinte, a frutificação (frutos imaturos) teve início em outubro/2014 estendendo-se até abril/2015 (Figura 11A), com pico de atividade de outubro/2014 a janeiro/2015 de 86,7%. Observou-se redução gradual dessa fenofase a partir janeiro/2015 finalizando em abril/2015.

A presença de frutos maduros foi verificada de março a maio de 2014 com pico de atividade de 93,3% (Figura 11 A) e intensidade de 46,7% em março de 2014 (Figura 11B). No ano seguinte, frutos maduros foram observados de fevereiro a maio/2015, com pico de atividade de 66,7% (Figura 11A) e intensidade de 21,7% (Figura 11B) em abril/2015. Fica evidente que a maturação e a dispersão dos frutos ocorrem no período de maior intensidade pluviométrica na região.

Nos estudos de ALENCAR *et al.* (1979) e ARAÚJO (1970) com espécies da Amazônia, o período de frutificação também coincidiu com o período de intensas chuvas. A frutificação no período chuvo-

so, segundo ALENCAR (1994) parece estar relacionada com o tipo de fruto uma vez que em espécies com frutos carnosos, como é o caso do piquiá, a água é necessária para a frutificação diferente de várias espécies leguminosas cujos frutos são secos com sementes pequenas, frutificando no início da estação seca. Os resultados obtidos por CARVALHO (1980), na Flona do Tapajós (PA), PIRES (1991), na região do rio Jari (PA) e FREITAS (1996), em espécies florestais de várzea no estuário do rio Amazonas, corroboram essas observações.

Figura 11 : Índice de Atividade (A) e intensidade (B) para as fenofases de frutos imaturos e frutos maduros para indivíduos de piquiá, de outubro de 2013 a julho de 2015, na Flona do Tapajós, comunidade de Piquiatuba, Oeste do Pará.



Fonte: Elaborado pelos autores.

As fenofases vegetativa de queda foliar e brotamento não correlacionaram significativamente ($p>0,05$) com os fatores climáticos de temperatura média, precipitação e umidade relativa do ar, ou seja, independem destas condições (Tabela 1). Por outro lado, todas as fenofases reprodutivas correlacionaram significativamente com todos os fatores climáticos avaliados positiva ou negativamente ($p < 0,05$) (Tabela 1). Correlacionaram positivamente a temperatura

média com botões florais, flores e frutos imaturos, com índice de atividade de 0,34, 0,50 e 0,40 e índice de intensidade de 0,34, 0,50 e 0,33, respectivamente, ou seja, essas fenofases dependem do aumento da temperatura (Tabela 1). Os frutos maduros correlacionaram positivamente com a umidade relativa do ar com índice de atividade e intensidade de 0,50, a precipitação com índice de atividade e intensidade de 0,51 e negativamente com a temperatura média com índice de atividade e intensidade de -0,32 (Tabela 1). Os frutos são dispersos no período de maior precipitação, consequentemente, período de maior umidade relativa do ar e temperaturas mais amenas na região.

Tabela 1: Correlação de Spearman (rs) entre as fenofases vegetativa e reprodutiva do piquiá e os fatores climáticos associados aos índices de atividade e de intensidade

Comparações	Índice de atividade	Índice de intensidade
Temperatura média x queda foliar	*ns	*ns
Temperatura média x brotamento	*ns	*ns
Temperatura média x botões florais	0,34	0,34
Temperatura média x flores	0,50	0,50
Temperatura média x frutos imaturos	0,40	0,33
Temperatura média x frutos maduros	-0,32	-0,32
Precipitação x queda foliar	*ns	*ns
Precipitação x brotamento	*ns	*ns
Precipitação x botões florais	-0,51	-0,50
Precipitação x flores	-0,67	-0,68
Precipitação x frutos imaturos	*ns	*ns
Precipitação x frutos maduros	0,51	0,51
Umidade relativa do ar x queda foliar	*ns	*ns
Umidade relativa do ar x brotamento	*ns	*ns
Umidade relativa do ar x botões florais	-0,32	-0,32
Umidade relativa do ar x flores	-0,47	-0,48
Umidade relativa do ar x frutos imaturos	*ns	*ns
Umidade relativa do ar x frutos maduros	0,50	0,50

Fonte: elaborado pelos autores

Produção média de frutos

A produção média de frutos para a população total de árvores (109) e de indivíduos produtivos (68) (SHANLEY, 2000) são apresentados na Tabela 1. As árvores, que produziram menos que 10 frutos na estação, não foram incluídas na amostragem (SHANLEY, 2000).

A produção média de frutos para os cinco anos, para a população total (109 indivíduos) foi de 107,8 frutos, variando de 38,4 a 129,4 frutos. Considerando apenas os indivíduos produtivos (68 indivíduos) a produção média foi de 286,6 frutos, variando de 161,7 a 389,5 frutos.

Tabela 2: Produção média de frutos de piquiá da Amazônia da população total e de indivíduos produtivos, provenientes da Região de Integração do Rio Capim-PA, avaliada entre os períodos de 1994-1998.

Ano	População total (109)	Indivíduos produtivos (68)
1994	129,4	266,9
1995	38,4	161,7
1996	194,8	389,5
1997	126,4	330,5
1998	50,2	284,3
Média	107,8	286,6

Fonte: Shanley (2000), com adaptações.

Estrutura populacional

Os resultados da estrutura populacional do piquiá obtidos por nosso grupo de pesquisa, na comunidade de Piquiatuba, mostram que o mesmo apresenta uma distribuição agregada e um reduzido número de indivíduos com baixo Diâmetro à Altura do Peito (DAP), que em geral são indivíduos jovens para essa espécie (LIMA *et al.*, 2018). Esses resultados chamam a atenção e alertam para o fato de que espécies com distribuição agregada estão entre aquelas com maior probabilidade de extinção local e o reduzido número de indivíduos jovens sugerem declínio populacional e escassez de recrutamento. Deste modo, a derrubada desses poucos indivíduos, na comunidade de Piquiatuba, pode resultar em extinção local pela falta de substitutos (LIMA *et al.*, 2018).

As causas da falta de recrutamento de indivíduos jovens precisam ser mais bem investigadas, principalmente, considerando a extensão do estudo, restrita até o momento a uma comunidade da

Flona Tapajós, Piquiatuba, Oeste do Pará. Ao mesmo tempo, esses resultados apontam para a necessidade de manejo da espécie nesta comunidade e de estudos sobre dispersão de sementes, germinação e a produção de mudas, abordados nos próximos capítulos. E com estes resultados, restaurar áreas de exploração ou tratamentos silviculturais que favoreçam a regeneração natural da espécie.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fenologia do piquiá ocorre de acordo com os padrões observados em outras espécies da Amazônia, com queda foliar, brotamento e floração ainda na estação seca e frutificação no período chuvoso, considerados como adaptativos sob a influência da sazonalidade característica da região. O período indicado para coleta de frutos de piquiá, na Flona do Tapajós, ocorre de fevereiro a maio, dependendo do ano e da sazonalidade. A produção média de frutos, com único registro na literatura consultada, para indivíduos da Região de Integração do Rio Capim-PA, é de 286 frutos. Ressalta-se que estudos adicionais são necessários para avaliar a produção média de frutos, principalmente, em outros locais de ocorrência da espécie.

Destaca-se também a necessidade de estudos sobre polinizadores, polinização, fenologia e mudanças climáticas e sua influência na produção de frutos. Além de estudos sobre animais dispersores de sementes e a influência da caça sem controle e a possível redução destes, no restabelecimento de populações naturais. Além de estudos investigativos sobre os efeitos ecológicos da coleta extrativista dos frutos de populações nativas de piquiá, sem devido controle ou ações educativas para que ocorra o restabelecimento de populações naturais. Esses estudos podem contribuir para responder qual a causa do reduzido número indivíduos jovens e os fatores responsáveis pela dificuldade de restabelecimento, observados na comunidade de Piquiatuba, Flona do Tapajós, Oeste do Pará. E desta forma propor plano de manejo e ações educativas visando a conservação desta e de outras espécies da Amazônia, as quais ainda não se tem estudos.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, J. C. Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de Sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na reserva Ducke, Manaus. **Acta Amazonica**, v. 24, n. 3-4, p. 161-182, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-43921994243182>.
- ALENCAR, J. C.; ALMEIDA, R. A.; FERNANDES, N. P. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 9, n. 1, p. 163-198, 1979. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-43921979091163>.
- ANDREIS, C.; *et al.* Estudo fenológico em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no município de Santa Tereza, RS, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n 1, p. 55-63, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000100007>.
- ARANTES, C. S.; SCHIAVINI, I. Estrutura e dinâmica da população de *Amaioua guianensis* Aubl. (Rubiaceae) em fragmento urbano de floresta estacional semidecidual – Uberlândia, Minas Gerais. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 312-321, 2011.
- ARAÚJO, V. C. de. Fenologia de essências florestais amazônicas. **Boletim do Inpa**, n. 4, p. 1-25, 1970.
- AUGSPURGER, C. K. Reproductive synchrony of a tropical shrub: experimental studies on effects of pollinators and seed predators on *Hybanthus prunifolius* (Violaceae). **Ecology**, v. 62, n. 3, p. 775-788, 1981. DOI: <https://doi.org/10.2307/1937745>.
- BENCKE, C. S. C; MORELLATO, L. P. C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira Botânica**, v. 25, n. 3, p. 269-275, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002000300003>.
- BENTOS, T. V.; MESQUITA, R. C. G.; WILLIAMSON, G. B. Reproductive phenology of Central Amazon pioneer trees. **Tropical Conservation Science**, v. 1, n. 3, p.186-203, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1177/194008290800100303>.
- BORCHERT, R.; RIVERA, G.; HAGNAUER, W. Modification of vegetative phenology in a tropical semi-deciduous forest by abnormal drought and rain. **Biotropica**, v. 34, p. 27-39, 2002.
- COSTA, D. L. de; *et al.* Estrutura populacional de *Pouteria macrophylla* (Lam.) em uma reserva extrativista Tapajós-Arapiuns. **Agroecossistemas**, v. 9, n. 2, p. 381-389, 2017.
- FERRERA, T. S.; *et al.* Fenologia de espécies nativas arbóreas na região central do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, p. 753–766, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509828608>.
- FISCH, S. T. V.; NOGUEIRA, L. R.; MANTOVANI, W. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. na Mata Atlântica (Reserva Ecológica do Trabiju, Pindamonhangaba-SP). **Revista Biociências**, v. 6, n. 2, p. 31-37, 2000.
- FOSTER, R. B. Ciclo estacional de caída de frutos en la isla de Barro Colorado, *In*: LEIGH, E. G.; RANDA, A. S.; WINDSON, D.M. (Ed.) **Ecología de um bosque tropical**, Balboa: Smithsonian Tropical Research Institute, 1992.

FOURNIER, L. A.; CHARPANTIER, C. O. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de la característica fenológicas de los árboles tropicales. **Turrialba**, v. 25, n.1, p. 45-48, 1975.

HAMANN, A. Flowering and fruiting phenology of a Philippine submontane rain forest: climate factors as proximate and ultimate causes. **Journal of Ecology**, v. 92, p. 24-31, 2004.

LEANDRO, C. T. B.; FONSECA JUNIOR, E. M.; OTANI, F. S.; FELSEMBURGH, C. A. Caracterização biométrica e composição química do fruto de *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. nativo da Amazônia. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 6, p. 295-306, 2018. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.006.0028>.

LIMA, M. C.; COUCEIRO, S. R. M.; DA FONSECA JÚNIOR, É. M. Estrutura diâmétrica e espacial de piquiazeiro na comunidade de piquiatuba, Floresta Nacional do Tapajós, Oeste do Pará. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 1, p. 29-42, 2018.

LIETH, H. Purpose of a phenology book. In: **Phenology and seasonality modeling**, 1974.

MARTINS, R. L.; GRIBEL, R. Polinização de *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. (Caryocaraceae) uma árvore emergente da Amazônia Central. **Revista Brasil. Bot.**, v. 30, n.1, p. 37-45, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042007000100005>.

MELO, A. P. C.; *et al.* Fenologia reprodutiva do araticum e suas implicações no potencial produtivo. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 6, n. 4, p. 496-500, 2015. DOI: 10.14295/CS.v6i4.722.

MORELLATO, L. P. C., NEGRELLE, R. B.; REGO, G. M. Fenologia como Ferramenta para Conservação e Manejo de Recursos Vegetais. 1 ed. Colombo, EMBRAPA, p. 37-48, 2007.

PRIMACK, R. B. Variation in the phenology of natural populations of montane shrubs in New Zealand. **Journal of Ecology**, v. 68, p. 849-862, 1980.

SHANLEY, P. **As the forest falls**: the changing use, ecology and value of non-timber forest resources for caboclo communities in eastern Amazonia. Canterbury, 2000. 214 f. Tese Doutorado – The Durrel Institute of Conservation and Ecology, The University of Kent, Canterbury.

SILVA, M. G. C. P. C.; MARTINI, A. M. Z.; ARAÚJO, Q. R. Estrutura populacional de *Euterpe edulis* Mart. no Sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, v. 32, n. 2, p. 393-403, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042009000200017>.



CAPÍTULO 3



3 Germinação e produção de mudas

JULIANA MAIA LIMA

LIZANDRA FERREIRA LAMEIRA

ÉLCIO MEIRA DA FONSECA JÚNIOR

INTRODUÇÃO

A propagação do piquiá (*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.) da Amazônia é dificultada em função da dormência apresentada por sua unidade de dispersão, o caroço ou pirênio (CARVALHO *et al.*, 2006), que possui uma castanha rica em óleo em seu interior, a semente biológica. A dormência pode ser definida como uma condição em que a semente, mesmo estando saudável e intacta, sendo fornecidas todas as condições necessárias ao processo, água por exemplo, ela ao germinar (Tsiantis, 2006). Na natureza representa uma estratégia de sobrevivência das espécies possibilitando que a semente continue viva e mantenha sua viabilidade até que as condições ambientais sejam favoráveis (POPINIGIS, 1985).

Para o piquiá, Carvalho *et al.* (2006) utilizando pirênios sem qualquer tratamento adicional, verificaram porcentagem de germinação final de 27%, ao final de 90 dias, com início aos 46 dias após as sementes serem colocadas para germinar. Esse fato dificulta a produção de mudas uma vez que a porcentagem e o tempo de germinação, sem tratamento para superar a dormência, é lenta, baixa e desuniforme. Acredita-se que restrição na germinação do piquiá, é associada, principalmente, à resistência mecânica oferecida pelo endocarpo rígido dificultando o crescimento do

embrião (CARVALHO *et al.*, 2006). Somado a isso, a dormência do piquiá ainda não é compreendida e ainda não se conseguiu superá-la totalmente.

Além da propagação sexuada, via sementes, a propagação asexuada, por estquia ou enxertia ainda não são eficientes, inexistindo assim sistemas adequados de produção de mudas (Carvalho *et al.*, 2006). Além da dificuldade de propagação, a exploração desta frutífera é realizada de forma predatória, sendo praticamente todos os frutos coletados, não restando sementes para germinar e posteriormente renovar as populações naturais, o que coloca a espécie em risco (MARTINS; GRIBEL, 2007).

As características supracitadas podem colocar o piquiá em risco e contribuir para reduzir a capacidade de regeneração natural de populações nativas. Neste sentido, justificam-se estudos com o intuito de conhecer métodos para produzir mudas eficientemente. Baseado nos melhores resultados experimentais de nosso grupo de pesquisa, o objetivo deste estudo é realizar um relato de experiências sobre a melhor forma de superar a dormência de sementes e produzir mudas de piquiá. E desta forma, contribuir para socialização do conhecimento e ao mesmo tempo incentivar o plantio de mudas e a conservação da espécie na região do Oeste do Pará.

METODOLOGIA

Para descrever o método para obter maior porcentagem de germinação e produzir mudas, nos baseamos nos melhores resultados obtidos por nosso grupo de pesquisa, conforme estudo realizado por Lima *et al.* (2013). Foram baseados nos seguintes experimentos:

Experimento 1 – testou-se o efeito de quatro tratamentos sendo o controle (T1), imersão dos pirênios em solução de ácido giberélico comercial 0,5 g/L (GA₃ Pro-Gibb) (T2), escarificação mecânica do endocarpo com abertura de orifício na região basal (T3) e a combinação de ácido giberélico comercial 0,5 g/L (GA₃ Pro-Gibb) e da escarificação mecânica com abertura de orifício (T4). Os pirênios permaneceram em giberelina ou água deionizada, por 24 horas, conforme o tratamento (LIMA *et al.*, 2013).

Experimento 2 – Após a germinação dos pirênios em leito de areia, as plântulas foram transferidas para sacos de polietileno con-

tendo substrato comercial Plantmax e mantidas em viveiro a 50% de sombreamento, conforme a especificação do fabricante, até se estabelecerem. Após o período de estabelecimento, foram aplicados os tratamentos de sombreamento (50%) e pleno sol (0%), durante dois meses, e então realizadas as análises de crescimento (LIMA *et al.*, 2014).

RESULTADOS

Como germinar pirênios de piquiá e superar a dormência?

Para tanto é importante seguir as etapas descritas a seguir:

A) Coleta dos frutos – Inicialmente se deve selecionar plantas matrizes em boas condições fitossanitárias e produtivas. Os frutos são coletados maduros quando dispersos da planta, diretamente do chão.

B) Beneficiamento – Os frutos devem ser descascados e despolpados manualmente com faca de aço inox. Após a remoção da polpa, os pirênios devem permanecer submersos em solução de fungicida Dithane 2 g/L e, em seguida, colocados para secar a sombra (Figura 1).

Figura 1: Ilustração de frutos de piquiá inteiros (A), com a abertura da casca ou mesocarpo externo (B), e pirênio ou caroço (C), estrutura mais utilizada para germinação.



Autoria: Juliana Maia Lima e Élcio Meira da Fonseca Júnior.

Lima *et al.* (2013) obtiveram resultados superiores para porcentagem de germinação para os tratamentos com a abertura de orifício do endocarpo (50%) e a combinação de ácido giberélico comercial 0,5 g/L (GA3 Pro-Gibb) mais a escarificação mecânica com abertura de

orifício no endocarpo (55%), após 60 dias. Como a aquisição do ácido giberélico comercial implica em custos e não houve diferença entre os dois tratamentos, indica-se apenas a abertura de orifício para aumentar a porcentagem de germinação em sementes de piquiá.

A abertura de orifício no endocarpo é realizada utilizando um facão, sendo um procedimento lento e demorado. Deve-se tomar cuidado para não danificar a amêndoas que é a semente biológica. Deve-se utilizar luvas de vaqueta e dorso em raspa para proteção individual e tomar cuidado com os espinhos presentes no endocarpo (Figura 2). Após a abertura do orifício, os pirênios devem ser colocados para embeber em água por 24 h e, então colocados para germinar em leito de areia.

Figura 2: Ilustração de pirênios com abertura de orifício na região basal do endocarpo (A e B) e embebição em água destilada, por 24 horas (C).



Autoria: Juliana Maia Lima

B) Germinação em leito de areia

Os pirênios devem ser colocados para germinar em sementeira montada a pleno sol, em canteiros com um metro de largura e comprimento variável, com leito de 10 centímetros de profundidade, contendo areia lavada, peneirada e de média granulação (Figura 3). Os caroços são semeados distanciados, cinco centímetro entre eles, aproximadamente, devendo ficar totalmente submersos e recobertos com aproximadamente 1 cm de areia. A irrigação deve ser realizada diariamente e, nos dias mais quentes, até duas vezes ao dia.

Figura 3: Canteiros utilizados para germinação de sementes de piquiá, contendo areia lavada peneirada de média granulação.



Autoria: Juliana Maia Lima

COMO PRODUZIR MUDAS APÓS A GERMINAÇÃO DAS SEMENTES EM LEITO DE AREIA?

Após a germinação, deve-se realizar a repicagem das plântulas, com o aparecimento das primeiras folhas, em função do rápido crescimento do sistema radicular (Figura 4).

Figura 4: Plântulas de piquiá germinadas em leito de areia (A) plântula com a emissão das primeiras folhas; plântulas mostrando o sistema radicular (B) e transplantio de do leito de areia para sacos de polietileno preto (C) contendo substrato comercial.



Autoria: Juliana Maia Lima

As plântulas devem ser transferidas para sacos de polietileno preto contendo substrato. Como é uma espécie arbórea e de crescimento rápido, deve-se optar por sacos de mudas maiores, por exemplo, de 15 cm x 28 cm, com capacidade para 4 kg de substrato. Quanto ao substrato, pode ser utilizado substrato comercial Plantmax®, resultando em bom desenvolvimento da espécie (LIMA *et al.*, 2013).

No entanto, estudos adicionais são necessários testando diferentes substratos para a espécie uma vez que, pela literatura consultada, não há nada neste sentido.

Após o transplantio, sugere-se manter as mudas em viveiro com 50 % de sombreamento e organizá-las em fileiras com distância de 20 cm a 30 cm uma da outra. Essa sugestão baseia-se em resultados obtidos por Lima *et al.* (2013) verificando maior crescimento em altura (aproximadamente 34 %) em plantas em ambiente sombreado (50%). O sombreamento também resultou em maior acúmulo de biomassa (massa fresca e seca) em relação às plantas crescidas a pleno sol. O aumento foi de 100% na massa fresca; 91% na massa seca da raiz; 34% na massa fresca da parte aérea, 24% massa seca da parte aérea e 74 % na massa seca total das mudas submetidas ao sombreamento em relação àquelas mantidas à pleno sol (LIMA *et al.*, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abertura de orifício no endocarpo, em pirêniros de piquiá, representa uma alternativa simples e barata para superar a dormência e produzir mudas de piquiá. Ainda não obtivemos uma porcentagem elevada de germinação, porém, já possibilita produzir mudas de forma eficiente, superior a germinação de pirêniros sem qualquer tratamento. Além disso, não há custos adicionais, por exemplo, com o uso de reguladores de crescimento (Ácido giberélico comercial).

A produção de mudas em viveiro, com sombreamento, também é indicada embora a espécie se desenvolva a pleno sol. Estudos adicionais são necessários seja testando sombreamento inferior a 50% e também avaliar o desenvolvimento de mudas em campo.

Por último, com esse guia estamos socializando os resultados de pesquisa e contribuindo para incentivar a produção de mudas de piquiá. De modo que qualquer pessoa, ao consultá-lo, pode aprender, divulgar as informações e produzir mudas. E desta forma, contribuir para conservação desta importante espécie da região Oeste do Pará e da Amazônia.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, J. E. U. e MULLER, C. H. Método para acelerar a germinação de sementes de pequiá. **Comunicado Técnico Embrapa Amazônia Oriental**, v. 140, p. 1-4, 2005.
- CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O.; MULLER, C. H. Propagação do Pequiazeiro. Belém, PA: **Embrapa Amazônia Oriental**, 2006. 25 p. (Embrapa Amazônia Oriental, Comunicado Técnico, 262).
- LIMA, J. M; LAMEIRA, L. F.; FONSECA JÚNIOR, E. M. da. Método para acelerar a germinação e produzir mudas de *Caryocar villosum*. In: Jornada acadêmica da UFOPA, 2, 2013, Santarém. **Anais [...]**. Santarém: Universidade Federal do Oeste do Pará, 2013.
- LIMA, J. M; LAMEIRA, L. F.; FONSECA JÚNIOR, E. M. da. Quebra de dormência em sementes de *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. In: CONGRESSO bRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 3, 2014, Santarém. **Anais [...]**. Santos: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2014. Disponível em: <http://www.infobibos.com/anais/cbrg/busca-no-cd.html>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- MARTINS, R. L.; GRIBEL, R. Polinização de *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. (Caryocaraceae) uma árvore emergente da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, p. 37-45, 2007.
- POPINIGIS, E. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: ABRATES, 1985. 298p.
- TSIANTIS, M. Plant development: multiple strategies for breaking seed dormancy. **Curr Biol**, v.16, n.1, p. 25-27, 2006. DOI: <https://doi:10.1016/j.cub.2005.12.010>. PMID:16401414.



CAPÍTULO 4



4 Influência da planta matriz na germinação e crescimento inicial

CLAUDIONE SOUSA CUNHA
ÉLCIO MEIRA DA FONSECA JÚNIOR
BEATRIZ DOS SANTOS DE OLIVEIRA

INTRODUÇÃO

Mesmo pertencendo a uma mesma espécie, matrizes ou progêneres apresentam variabilidade na porcentagem, na velocidade de germinação e no crescimento inicial, permitindo selecionar as superiores. Ferraz *et al.* (2021), testando quinze progêneres de jarina (*Phytelephas macrocarpa* Ruiz & Pavón), verificaram que três se destacaram com maiores percentuais de germinação e dos diferentes estádios da plântula, além de maiores índices de velocidade e menores tempo. Moreno *et al.* (2006) também verificaram variabilidade genética entre trinta matrizes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) para germinação de sementes. Outros estudos também verificaram variabilidade na germinação entre matrizes como os verificados em *Solanum diploconos*, *Peltophorum dubium* (OLIVEIRA, 2008; SANTOS, 2007).

Selecionar progêneres com características superiores de germinação pode ser importante para espécies que apresentam dormência. É o caso do piquá (*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.) da Amazônia em que a propagação é dificultada pela dormência, ocasionando germinação lenta, baixa e desuniforme (VILLACHICA *et al.*, 1996). A propagação é promovida a partir do pirênio

(popularmente conhecido como caroço), que apresenta no seu interior uma semente rica em óleo (OLIVEIRA *et al.*, 2003). O início e fim da germinação, utilizando-se os pirênios como unidade de propagação, ocorre entre 42 e 86 dias, com uma porcentagem de germinação de 27% (CARVALHO *et al.*, 2006). Acredita-se que essa restrição na germinação é associada à resistência oferecida pelo endocarpo rígido que dificulta o crescimento do embrião (CARVALHO *et al.*, 2006). As dificuldades em propagar-se naturalmente por sementes pode ser um entrave para conservação desta espécie, pois, a baixa porcentagem de germinação pode ser o principal fator responsável pela falta de interesse em plantios (MORAIS, 2011).

No caso do piquiá da Amazônia, pela literatura consultada, não há estudos semelhantes. Apenas para a espécie do Cerrado pertencente ao mesmo gênero, *Caryocar brasiliense* Camb., em que foram verificadas diferenças na porcentagem germinação de acordo com a planta matriz (LEÃO *et al.*, 2012).

Dessa forma, faz-se necessária a valoração da variabilidade genética da espécie, para que possa revelar recursos genéticos de grande valor, a partir de estratégias de conservação e uso, tal como a utilização de matrizes para coleta de frutos para germinação, utilização em programas de melhoramento genético e para diversificar o uso da espécie como planta ornamental, medicinal ou produtora de bioenergia.

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da planta matriz na germinação e o crescimento inicial de plântulas de piquiá da Amazônia.

METODOLOGIA

Local de coleta dos frutos

Os frutos foram coletados na Floresta Nacional do Tapajós (FLONA do Tapajós), nas comunidades de Maguari, as matrizes 1, 2, 3, 5, 6 e 7 e Jamaraquá, as matrizes 4, 8 e 9 entre abril e maio de 2016. Antes da coleta dos frutos, as árvores foram selecionadas e georreferenciadas com o uso de um aparelho de Sistema de Posicionamento Global (GPS) (Tabela 1).

Tabela 1: Localização das matrizes de piquiá, utilizadas neste estudo, das comunidades de Maguari e Jamaracuá, Flona do Tapajós, Belterra-PA.

Matriz	Latitude (S)	Longitude (W)
1	2°50'59,51"	54°58'19,36"
2	2°49'2,916"	55°0'50,24"
3	2°48'56,54"	55°0'36,06"
4	20°48'59,53"	55°0'36,55"
5	2°49'15,27"	55°0'35,82"
6	2°49'40,66"	55°0'26,63"
7	2°48'36,24"	54°59'49,11"
8	2°47'4,329"	54°59'40,34"
9	2°47'16,56"	54°59'48,01"

Fonte: Elaborada pelos autores.

Germinação

Para os testes de germinação, frutos maduros foram coletados de nove matrizes, sendo considerados frutos maduros os que já se encontravam desprendidos das árvores de piquiá, no chão. Após a coleta, os frutos foram transportados para o Laboratório de Estudos de Ecossistemas Amazônicos (LEEA) da UFOPA. Os frutos foram então beneficiados retirando-se a polpa manualmente, esfregando os pirênios sobre a superfície áspera de uma peneira com malha de 0,5 mm e lavados com jato de água. Em seguida, os pirênios foram colocados para secar a sombra por sete dias, em temperatura ambiente e local ventilado e armazenados em papel tipo Kraft, em condições de laboratório, com temperatura constante de 25° C até o momento de uso.

Para verificar a viabilidade dos pirênios, antes dos testes de germinação foi realizada uma amostragem e determinado o teor de umidade pelo método de estufa a 105° C de acordo com as Regras de Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 1992), obtendo-se teor médio de 11%. Antes da montagem dos experimentos de germinação, os pirênios foram tratados com fungicida Dithane 2% (m/v) e semeados em leito contendo areia de média granulação. Os tratamentos consistiram em nove matrizes, sendo cada matriz um tratamento, com 4 repetições e 7 pirênios por parcela, totalizando 252 pirênios. Diaria-

mente foi computado o número de sementes germinadas e os dados utilizados para calcular a porcentagem de germinação (%G), o índice de velocidade de emergência (IVE) e o tempo médio de germinação (TMG). A porcentagem de germinação foi calculada segundo Labouriau (1983): $%G = (\sum n_i \cdot N^{-1}) \cdot 100$; o IVE determinado pelo somatório do número de plântulas normais emergidas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a emergência (MAGUIRE, 1962) de acordo com a equação:

$$IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$$

E_1, E_2, \dots, E_n = números de plântulas normais na primeira, segunda até enésima observação.

N_1, N_2, \dots, N_n = números de dias após a semeadura.

O TMG foi calculado de acordo com Laboriau (1983): $TMG = (\sum n_i \cdot t_i) / \sum n_i$, onde: n_i = número de sementes germinadas por dia; t_i = tempo de incubação. Utilizou-se como critério de germinação a emergência das plântulas no substrato.

Análise de crescimento

Para análise de crescimento, as plântulas após dez dias de emergência foram retiradas do substrato e levadas para o laboratório sendo as raízes lavadas. Então se mediu o comprimento das raízes e da parte aérea com uma régua milimetrada e determinado o diâmetro do caule com um paquímetro digital. Avaliou-se também o número de folhas e folíolos por planta e a massa fresca das raízes e parte aérea. O material foi levado para estufa de circulação forçada de ar a 70 °C até atingir peso constante e determinada a massa seca. As avaliações de massa fresca e seca foram realizadas em balança analítica com quatro casas decimais.

Análise dos dados e estatística

Para os testes de germinação, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado com nove tratamentos (matrizes), quatro repetições e sete pirênios por parcela, totalizando 252 pirênios. A análise de crescimento seguiu o mesmo delineamento, porém foram utilizadas duas plântulas emergidas por parcela. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias, quando significativas, comparadas pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade, utilizando o programa Assistat (7.7) (Silva & Azevedo, 2016).

RESULTADOS

No presente estudo, verificou-se diferença estatística significativa entre as árvores matrizes de *C. villosum* para porcentagem de germinação (% G), tempo médio de emergência (TME) e índice de velocidade de emergência (IVE) (Tabela 2). A porcentagem de germinação variou de 10,71% a 60,70% (Tabela 2) sendo superior para as matrizes 2 (60,71%), 3 (57,14%), 1 (50,00%), 4 (42,86%) e 8 (42,86%); e menor para as matrizes 9 (25,00%), 6 (14,29%), 7 (14,29%) e 5 (10,71%) diferindo significativamente (Tabela 2).

As matrizes apresentaram IVE variando de 1,0 a 6,92 (Tabela 2). O IVE das matrizes 2 (6,92), 1 (5,22), 3 (4,99), 4 (4,57) e 8 (4,48) foi superior e diferiu significativamente daquele das matrizes 9 (2,99), 7 (2,09), 6 (1,21) e 5 (1,00) (Tabela 2).

Quanto ao tempo médio de emergência (TME), variou de 48,88 a 85,83 dias com diferença estatística significativa ($p<0,05$) entre as matrizes (Tabela 2). As matrizes 1 (48,88 dias), 7 (50,25 dias) e 9 (60,94 dias) apresentaram o menor TME diferindo significativamente das matrizes 2 (65,23 dias), 3 (65,43 dias), 4 (70,13 dias) e 8 (70,33 dias) com valores intermediários e das matrizes 5 (78,00 dias) e 6 (85,83 dias) com os maiores valores (Tabela 2).

Tabela 2: Porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME) em pirêniros de piquiá, em função de planta matriz, 107 dias após montagem dos experimentos.

Matriz	%G	IVE	TME (dias)
	Média \pm DP*	Média \pm DP*	Média \pm DP*
1	50,00a \pm 8,25	5,22a \pm 3,50	48,88c \pm 7,08
2	60,70a \pm 7,14	6,92a \pm 1,91	65,23b \pm 9,06
3	57,14a \pm 0,74	4,99a \pm 2,40	65,43b \pm 5,85
4	42,86a \pm 11,66	4,57a \pm 1,96	70,13b \pm 10,02
5	10,71b \pm 7,14	1,00b \pm 0,73	78,00a \pm 15,25
6	14,29b \pm 11,66	1,21b \pm 1,03	85,83a \pm 11,15
7	14,29b \pm 11,66	2,09b \pm 1,57	50,25c \pm 8,09
8	42,86a \pm 11,66	4,48a \pm 1,72	70,33b \pm 10,45
9	25,00b \pm 17,98	2,99b \pm 2,21	60,94c \pm 5,94

Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Scott-knott a 5% de probabilidade. *DP – Desvio Padrão.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Com relação à análise de crescimento inicial, não houve diferença significativa entre as plântulas provenientes das nove matrizes para o comprimento de raiz, altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas e folíolos (Tabela 3).

Tabela 3: Crescimento inicial em plântulas de *C. villosum*, em função da planta matriz, dez dias após a emergência.

	Comprimento da raiz (cm)	Altura (cm)	Diâmetro (cm)	Nº de Folhas	Nº de Folíolos
Matriz	Média \pm DP*	Média \pm DP*	Média \pm DP*	Média \pm DP*	Média \pm DP*
1	10,25 a \pm 1,12	14,25 a \pm 0,53	0,50 a \pm 0,03	2,50 a \pm 0,87	7,00 a \pm 2,65
2	11,28 a \pm 0,30	13,83 a \pm 1,44	0,55 a \pm 0,01	3,00 a \pm 0,20	8,43 a \pm 1,07
3	10,97 a \pm 1,42	10,80 a \pm 1,56	0,52 a \pm 0,07	2,77 a \pm 0,40	7,87 a \pm 1,40
4	10,73 a \pm 1,10	11,39 a \pm 1,67	0,56 a \pm 0,05	2,83 a \pm 0,47	7,23 a \pm 2,64
5	11,33 a \pm 1,15	13,33 a \pm 1,53	0,47 a \pm 0,10	3,33 a \pm 1,15	10,00 a \pm 3,46
6	9,50 a \pm 0,50	12,12 a \pm 1,88	0,50 a \pm 0,02	2,50 a \pm 0,50	7,00 a \pm 1,00
7	9,00 a \pm 3,00	12,75 a \pm 3,75	0,53 a \pm 0,02	2,00 a \pm 0,00	6,00 a \pm 0,00
8	11,87 a \pm 1,29	12,47 a \pm 0,96	0,56 a \pm 0,02	2,83 a \pm 0,29	8,50 a \pm 0,87
9	10,17 a \pm 2,47	13,50 a \pm 3,12	0,52 a \pm 0,01	2,67 a \pm 1,15	8,00 a \pm 3,46

Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Scott-knott, à 5% de probabilidade. *Desvio Padrão.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Sobre o acúmulo de biomassa, não se observou diferença estatística significativa para massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca total (MFT), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) entre as matrizes (Tabela 4). Ao contrário das demais variáveis, verificou-se diferença estatística significativa para massa fresca e massa seca da raiz (Tabela 4). Sobre estes últimos resultados, verificou-se maior acúmulo de massa fresca da raiz (MFR) para as matrizes 2 (0,67 g), 8 (0,67 g), 4 (0,63 g) e 7 (0,50 g) que diferiu significativamente das matrizes 5 (0,23 g), 6 (0,26 g), 3 (0,39 g), 9 (0,40 g) e 1 (0,43 g) com menor MFR. De modo semelhante, verificou-se maior acúmulo de massa seca da raiz (MSR) para as matrizes 2 (0,17 g), 8 (0,18 g), 4 (0,16 g) e 7 (0,13 g) que diferiu significativamente das matrizes 5 (0,06 g), 6 (0,09), 3 (0,10 g), 1 (0,11 g) e 9 (0,11 g) com menor MSR (Tabela 4).

Tabela 4: Acúmulo de biomassa fresca e seca em plântulas de *C. villosum*, em função da planta matriz, dez dias após a emergência.

Matriz	Massa fresca da parte aérea (g)		Massa fresca da raiz (g)		Massa fresca total (g)		Massa seca da parte aérea (g)		Massa seca de raiz (g)		Massa seca total (g)	
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
1	5,43 a ± 1,39	0,43 b ± 0,20	5,86 a ± 1,43	1,05 a ± 0,17	0,11 b ± 0,04	1,16 a ± 0,15						
2	6,14 a ± 0,99	0,67 a ± 0,07	6,80 a ± 0,95	1,33 a ± 0,23	0,18 a ± 0,03	1,51 a ± 0,26						
3	4,65 a ± 1,47	0,39 b ± 0,04	5,04 a ± 1,50	0,95 a ± 0,21	0,10 b ± 0,02	1,05 a ± 0,22						
4	5,10 a ± 1,15	0,63 a ± 0,17	5,73 a ± 1,28	1,05 a ± 0,23	0,16 a ± 0,03	1,21 a ± 0,26						
5	4,47 a ± 1,34	0,23 b ± 0,06	4,70 a ± 1,35	0,96 a ± 0,25	0,06 b ± 0,02	1,02 a ± 0,26						
6	4,86 a ± 0,21	0,26 b ± 0,12	5,12 a ± 0,33	1,08 a ± 0,13	0,09 b ± 0,05	1,18 a ± 0,17						
7	5,10 a ± 0,26	0,50 a ± 0,25	5,60 a ± 0,51	1,05 a ± 0,10	0,13 a ± 0,04	1,13 a ± 0,15						
8	5,12 a ± 0,43	0,67 a ± 0,22	5,78 a ± 0,62	1,03 a ± 0,04	0,17 a ± 0,07	1,20 a ± 0,10						
9	5,64 a ± 1,08	0,40 b ± 0,04	6,04 a ± 1,07	1,33 a ± 0,31	0,11 b ± 0,01	1,45 a ± 0,33						

Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Scott-knott, à 5% de probabilidade. *Desvio Padrão.

Fonte: Elaborada pelos autores.

DISCUSSÃO

A porcentagem de germinação variou em função da planta matriz de 10,71% a 60,70%. Leão *et al.* (2012) encontraram porcentagem de germinação variando de 3% a 56,33% em pirênios não escarificados de *Caryocar brasiliense* Camb. Conder *et al.* (2006) avaliando a germinação e o crescimento inicial em quinze diferentes progêneres de *Euterpe edulis* MART também verificaram porcentagem de germinação variando de 0 a 4% (60 dias), 0 a 15% (90 dias), 3 a 25% (120 dias) e 14 a 56% (150 dias) entre as matrizes, concluindo estes autores a importância de utilizar este critério para selecionar árvores mais promissoras para produção de mudas. Somado a isso, a maior porcentagem de germinação obtida no presente estudo sem superação de dormência, de 60,70%, após 107 dias para a matriz 2 foi 2,4 vezes maior que aquela verificada por Carvalho & Muller (2005) em pirênios de piquiá não tratados, de 27%, após 90 dias. Apesar de inferior, a maior porcentagem de germinação obtida neste estudo sem tratamento, de 60,70% para a matriz 2, foi elevada considerando que a maior porcentagem de germinação descrita na literatura para *C. villosum* foi verificada por Carvalho & Muller (2005) com a retirada da semente biológica do pirênio, de 76,5%, após 90 dias.

O IVE é uma variável que permite quantificar em que velocidade as sementes estão germinando; quanto maior esse índice maior será a velocidade de germinação (NAKAGAWA, 1999). No presente estudo, o IVE variou de 1,00 a 6,92, mostrando que algumas matrizes germinam mais rapidamente que outras, conforme verificado para as matrizes 1 (5,22), 2 (6,92), 3 (4,99), 4 (4,57) e 8 (4,48), podendo ser mais promissoras em futuros trabalhos de superação de dormência e produção de mudas da espécie. Semelhante ao presente estudo, Cavalcante *et al.* (2006) estudando a dormência em sementes de imbuzeiro (*Spondias tuberosa*) verificaram variação no IVE, de acordo com a matriz, de 0,83 a 4,69. De modo semelhante, Martins *et al.* (2013) também verificaram variação no IVE, de 1,56 a 3,76, em dez diferentes matrizes de *Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl. & Drude.

Conforme apresentado nos resultados, o TME obtido neste estudo também variou em função da planta matriz, de 48,88 a 85,83 dias. Resposta semelhante foi verificada por Oliveira *et al.* (2003) em vinte progêneres de açaizeiro, com TME obtido de 26 dias a 39,9 dias entre as vinte matrizes analisadas. Leão *et al.* (2012) trabalhando com

dezesseis matrizes de *C. brasiliense* verificaram que o TME variou de 37,63 a 73,52 dias em pirênios sem tratamento de superação de dormência. Rassel *et al.* (2015) também observaram diferenças significativas no TME entre 20 matrizes de *Anacardium humile*, com TME entre 25 e 32 dias. A variação do TME ocorre principalmente com espécies ainda não domesticadas e que não passaram por um programa de melhoramento genético (VEASEY *et al.*, 2011).

Sobre o crescimento inicial, não se verificou diferença estatística significativa ($p > 0,05$) para o comprimento de raiz (CR), não diferindo significativamente. Peixoto (2010), trabalhando com dez diferentes matrizes de *Mimosa tenuiflora* (Willd) Poiret, também não verificou diferença estatística significativa, no entanto, algumas matrizes apresentaram maiores médias no comprimento das raízes semelhante ao verificado neste estudo.

Quanto à altura da planta (AP) também não se verificou diferença estatística significativa **assim como o diâmetro (D)**. Souza *et al.* (2015) em mudas de duas espécies do gênero *Hymenaea* também não verificaram diferença estatística significativa para altura e diâmetro do coleto. Os resultados obtidos para as condições experimentais deste estudo sugerem pouca variação entre as matrizes para as variáveis estudadas. Kamada (1969) trabalhando com sementes de fafia (*Pafaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen) verificou que as maiores diferenças foram encontradas entre indivíduos de populações diferentes, e as menores entre indivíduos da mesma população, ou seja, os indivíduos mais divergentes foram encontrados em populações distintas e os indivíduos mais semelhantes, na mesma população.

Quanto ao acúmulo de biomassa, conforme apresentado nos resultados, não se verificou diferença estatística significativa ($p > 0,05$), para massa fresca e seca da parte aérea e massa total. No entanto, a massa fresca e a seca da raiz diferiram significativamente em função da planta matriz. Martins *et al.* (2013) avaliando o crescimento inicial de plântulas de dez diferentes matrizes de *Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl., também verificaram diferença estatística M significativa para massa seca da raiz, com maiores valores para a matriz 3 (62,54 mg/plântula) e o menor para a matriz 6 (32,66 mg/ plântula). Mas diferente deste estudo, estes autores verificaram diferença estatística significativa para massa seca da parte aérea e massa seca total.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As matrizes testadas são diferentes em relação ao processo de germinação com base na % G, IVE e TME. Os resultados de %G e IVE indicam que as matrizes 1, 2, 3, 4 e 8 são mais promissoras para trabalhos futuros de superação de dormência e produção de mudas. Do mesmo modo, as matrizes 5, 6, 7 e 9 são as menos indicadas. Com base na análise de crescimento, somente a massa fresca e a massa seca da raiz podem ser utilizadas como critério de variabilidade entre as matrizes.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CARVALHO, J. E. U. e MULLER, C. H. Método para acelerar a germinação de sementes de pequiá. **Comunicado Técnico Embrapa Amazônia Oriental**, v. 140, p. 1-4, 2005.
- CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O.; MULLER, C. H. Propagação do pequiázeiro. Belém, Pa: Embrapa Amazônia Oriental, 25 p. **Embrapa Amazônia Oriental**, comunicado técnico, 262. 2006.
- CAVALCANTE, N. B; RESENDE, G. M; DRUMOND, M. A. Período de dormência de sementes de imbuzeiro. **Revista caatinga**, v.19, n. 2, p.135-139, Petrolina-Pe, abril/junho 2006.
- FERRAZ, P. A.; FERREIRA, S. A. N.; FERREIRA, E. J. L.; TICONA-BENAVENTE, C. A.; CARVALHO, J. C. Genetic variability among jarina palm (*Phytelephas macrocarpa* Ruiz & Pavón) progenies based on seed, germination and seedling characteristics. **Journal of seed science**, v. 43, p. 1-10, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v43251724>.
- KAMADA, T. **Avaliação da diversidade genética de populações de fábia (*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen) por RAPD, caracteres morfológicos e teor de beta-ecdisona**. 2006. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: Organizações dos Estados Americanos, 1983.
- LEÃO, Érica Fernandes; PEIXOTO, Nei; MORAIS JÚNIOR, Odilon Peixoto de. Emergência de plântulas de pequiázeiro em função da planta matriz e uso de ácido giberélico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p. 416-423, 2012.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 76-177, 1962.
- MARTINS, C. C.; BOVI, M. L. A.; OLIVEIRA, S. S. C. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl. & Drude provenientes de sementes de diferentes plantas matrizes. **Ciência Rural**, v. 43, n. 6, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013005000051>.

MARTINS-CORDER, M. P.; SALDANHA, C. W. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de diferentes progêneres de *Euterpe edulis* Mart. **Revista Árvore**, v. 30, p. 693-699, 2006.

MORAIS, R. P. **Conservação socioambiental do piquiá (*Caryocar villosum* (aubl.) pers.) na região dos Lagos Parú e Calado, no município de Manacapuru/Am.** Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade da Amazônia) – Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, 2011.

MORENO, R. G. S.; COSTA, R. B.; ROA, R. A R.; MARTINS, W. J. Variabilidade genética em matrizes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) para o caráter germinação de sementes. **Multitemas**, Campo Grande-MS, n. 33, p. 111-119, 2006.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**, Jaboticabal: FUNEP, 1999. p.49-85.

OLIVEIRA, M. S. P.; FARIAS, J. T.; NASCIMENTO, W. M. O. Parâmetros genéticos para caracteres germinativos em vinte progêneres de açaizeiro promissor para palmito. **Bol. Pesq. Fl., Colombo**, n. 46, p.105-113, 2003.

OLIVEIRA, O. DOS S. Tecnologia de sementes florestais. Curitiba: **Impressa Universitária**, 2008.

PEIXOTO, J. S. **Germinação de sementes, vigor e divergência entre matrizes de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (willd.) Poiret. Fabaceae.** 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Almas, 2010.

RESSEL, K. de A.; LIMA-RIBEIRO, M. de S.; REIS, E. F. dos. Desempenho de progêneres de diferentes matrizes de cajuzinho-do-cerrado mediante o armazenamento e o peso das núcias. **Ciência Rural**, v. 45, p. 1782-1787, 2015.

SANTOS, F.S. **Biometria, germinação e qualidade fisiológica de sementes de *Tabebuia chrysotricha* (mart, ex a. Dc.)**, 2007. Dissertação Jaboticabal, São Paulo. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

SILVA, F. DE A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. DE. The assistat software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res**, v. 11, n.39, p. 3733-3740, 2016.

SOUZA, P. F. de, et al. Germinação e crescimento inicial entre matrizes de duas espécies do gênero *Hymenaea*. **Floresta e Ambiente**, v. 22, p. 532-540, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.067613>.

VEASEY, E. A.; et al. Processos evolutivos e a origem das plantas cultivadas. **Ciência Rural**, v. 41, n. 7, p. 1218-1228, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011000700018>.

VILLACHICA, Hugo et al. **Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia**. Tratado de Cooperación Amazonica, Secretaría Pro-Tempore, 1996.



CAPÍTULO 5



5 Biometria como ferramenta para seleção de matrizes

VINÍCIUS SANTANA DE OLIVEIRA
CAROLINA COSTA ARAÚJO
ÉLCIO MEIRA DA FONSECA JÚNIOR

INTRODUÇÃO

Nas espécies arbóreas tropicais existe grande variabilidade com relação ao tamanho dos frutos, número de sementes por fruto e tamanho das sementes (CRUZ; CARVALHO, 2003).

A biometria é utilizada para identificar materiais promissores para uso comercial, com características favoráveis, e para trabalhos de melhoramento genético em diversas espécies nativas (ARRIEL *et al.*, 2005). Moura; Chaves; Veloso (2013) afirmam que estudos morfológicos de frutos, sementes e desenvolvimento de plântulas e plantas jovens são frequentes para diversas espécies. Em geral são realizados visando auxiliar o conhecimento do sistema reprodutivo e em programas de pré-melhoramento de espécies não domesticadas (Moura; Chaves; Veloso, 2013).

Os estudos sobre a variabilidade de indivíduos de piquiá da Amazônia envolvendo a biometria de frutos e endocarpos são escassos, com estudos realizados com o pequi (*Caryocar brasiliensis* Camb.), ocorrente no Cerrado. Vera *et al.* (2005) detectaram variabilidade em frutos de *C. brasiliense* do estado de Goiás, com coleta de frutos em cinco regiões diferentes, para a massa dos frutos, volume e aspecto visual entre as matrizes, principalmente associado ao

fato desta espécie ainda não ser domesticada. Mesmo sendo mais explorada comercialmente, a exploração de *C. brasiliense* ainda se dá prioritariamente, por meio do extrativismo (FRANCO *et al.*, 2004).

Essas espécies possuem um potencial econômico ainda não totalmente explorado, apresentando atributos dos frutos que podem ser selecionados e utilizados para o melhoramento genético. E desta forma, selecionar uma característica de interesse que pode ser convertida em um produto de interesse econômico.

O piquiá da Amazônia (*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.) e o pequi do Cerrado (*Caryocar brasiliense* Camb.), sendo pertencentes ao mesmo gênero, apresentam características morfológicas parecidas. E como os estudos com o pequi do Cerrado estão mais avançados, podem auxiliar em estudos relacionados com seleção e conservação do piquiá. De modo que a biometria possui papel importante para o melhor entendimento da espécie estudada, fornecendo informações para a conservação e exploração dos recursos de valor econômico, permitindo um incremento contínuo da busca racional e uso eficaz dos frutos (GUSMÃO *et al.*, 2006).

Deste modo, o objetivo deste estudo foi selecionar matrizes de piquiá por meio da biometria de frutos e endocarpos. E assim, detectar características que possam ser úteis para conservação e melhoramento.

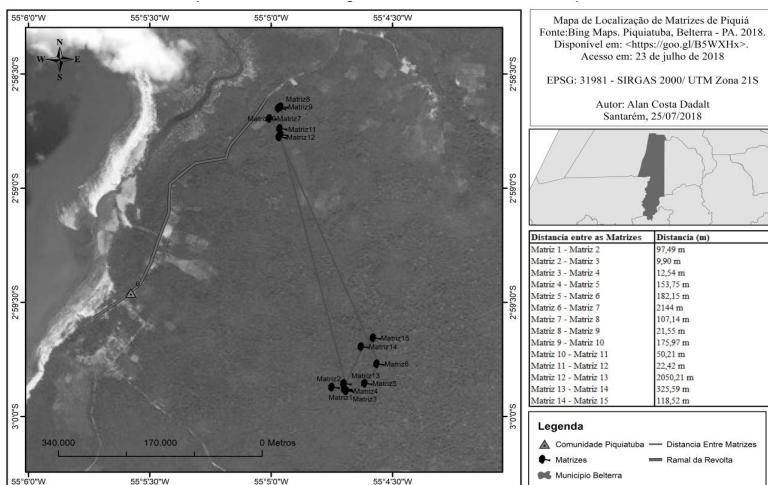
MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente estudo, os frutos foram coletados na Floresta Nacional (Flona) do Tapajós na comunidade de Piquiatuba, Belterra-PA. A Flona do Tapajós abrange em torno de 2.153 hectares, localizada na margem direita do rio Tapajós, Belterra-PA (IBAMA, 2004). A vegetação é caracterizada por ser uma floresta Ombrófila Densa (IBAMA, 2004) e o clima na região é classificado como tropical úmido ou superúmido, com temperatura média anual superior a 26 °C (LEANDRO *et al.*, 2018). A precipitação média anual está entre 1.900 e 2.400 mm, com regime de chuvas apresentando grande variação durante o ano, com as maiores precipitações ocorrendo nos meses de janeiro a maio (ALVARES *et al.*, 2013).

Para obter uma amostra representativa da população, as árvores foram previamente escolhidas percorrendo-se a área de

estudo em toda a sua extensão, totalizando quinze árvores matrizes. As matrizes foram georreferenciadas com auxílio de GPS marca Garmin modelo 76CSx e elaborado o mapa de localização das matrizes (Figura 1). Das quinze árvores mapeadas, no período da coleta, somente cinco estavam produzindo frutos, sendo elas: 1) matriz 10, equivalente a árvore 1 (S 02° 97'900" e W 055° 08'261"); 2) matriz 14, equivalente a árvore 2 (S 02° 99'761" e W 055° 07'821"); 3) matriz 13, equivalente a árvore 3 (S 02° 99'492" e W 055° 07'702"); 4) matriz 11, equivalente a árvore 4 (S 02° 97'945" e W 055° 08'255"); e 5) matriz 8, equivalente a árvore 5 (S 02° 97'752" e W 055° 08'271"). Os frutos foram coletados maduros, em estádio de dispersão, diretamente do chão, em abril de 2017. Foram coletados, pelo menos, quinze frutos de cada planta matriz, para possibilitar posterior seleção em laboratório, em caso de perdas durante o transporte. Os frutos foram acondicionados, separadamente por árvore matriz, em sacos plásticos com fechamentos herméticos e levados ao Laboratório de Estudo de Ecossistemas Amazônicos (LEEA) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA).

Figura 1: Mapa com a localização de matrizes de *Caryocar villosum*, na comunidade de Piquiatuba, Belterra-PA.

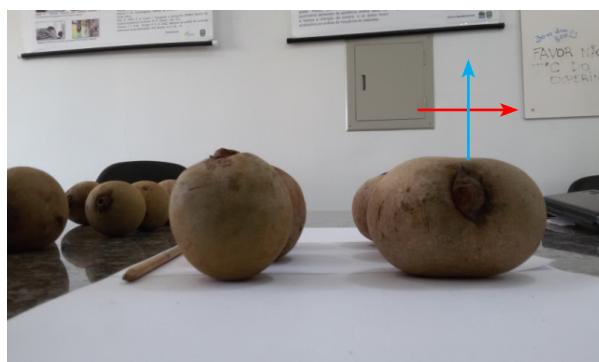


Fonte: Bing Maps

No LEEA, os frutos foram limpos e selecionados aleatoriamente 10 deles, inteiros e sadios, de cada planta matriz e realizada

imediatamente a biometria. Os frutos foram avaliados quanto ao tamanho (diâmetro longitudinal e transversal) e determinada a massa fresca (MF). Posteriormente, foram descascados manualmente com faca de aço inox e retirada a polpa do fruto. Determinou-se então, a massa da casca (MC) e a massa da polpa (MP) de cada planta matriz. Em seguida foi determinado o número de pirênios por fruto, a massa do pirênio sem polpa e calculado o rendimento da polpa através da fórmula: massa do pirênio com polpa/massa fruto.

Figura 2: Medidas biométricas realizadas no fruto de piquá, seta vermelha indicando o diâmetro transversal (DT) e seta azul o diâmetro longitudinal (DL).



Fonte: Elaborada pelos autores.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 5 tratamentos (matrizes) e 10 repetições (frutos) por tratamento. Após a análise de variância, quando significativa pelo teste *F*, as médias foram comparadas pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade. Após verificação da normalidade da distribuição dos dados pelo teste de Lilieffors, a variável massa dos pirênios foi transformada para $\log_{10}(x)$. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa estatístico Assistat (7.7) (SILVA *et al.*, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos referentes à caracterização biométrica de frutos constituem importante ferramenta para o entendimento de formas de explorá-los comercialmente, determinar parâmetros de qualidade e rendimento, além de subsidiarem o dimensionamento de máquinas, equipamentos e programas de melhoramento genético das espécies (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Verificou-se diferença estatística significativa entre as matrizes estudadas, para todas as características avaliadas, sugerindo variabilidade. As matrizes diferiram significativamente quanto às características biométricas dos frutos: massa fresca do fruto (MF), diâmetro transversal (DT), diâmetro longitudinal (DL) e massa da casca (MC).

Pela literatura consultada, não foram encontrados trabalhos comparando as características biométricas entre matrizes de *C. villosum*. Em virtude disso, as comparações foram feitas principalmente com outra espécie do mesmo gênero, *Caryocar brasiliense*.

Duboc *et al.* (2013), em estudo realizado com 12 matrizes de *C. brasiliense* no Cerrado do Tocantins, obtiveram as maiores MF do fruto para duas matrizes, de 280,82 g e 320,83 g enquanto os valores de MF encontrados para o piquiá foram de 354,62 g para a matriz 5 e de 361,27 g para a matriz 4 (Tabela 1), demonstrando que os frutos de *C. villosum* apresentaram maior massa que os de *C. brasiliense*.

Tabela 1: Características biométricas de frutos de Piquiá (*Caryocar villosum*), provenientes de cinco matrizes da comunidade de Piquiatuba, Floresta Nacional do Tapajós (FLONA), Belterra-PA.

Matriz	Massa fresca do fruto (g)	Diâmetro transversal (mm)	Diâmetro longitudinal (mm)	Massa da casca (g)
1	485,10 a	97,44 a	92,90 a	395,31 a
2	431,90 a	88,68 b	87,43 b	289,09 b
3	519,54 a	92,06 b	89,43 a	351,23 a
4	361,27 b	86,99 b	85,82 b	268,10 b
5	354,62 b	77,97 c	84,20 b	284,32 b
Média	430,49	88,63	87,96	317,61
CV	18,02	9,23	4,45	17,27

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade ($p < 0,05$).

A média para MF do fruto encontrado por Duboc *et al.* (2013) foi de 210,60 g cerca de duas vezes menor que a encontrada neste estudo, de 430,48 g (Tabela 1). Moura, Chaves e Veloso (2013) encontraram para MF dos frutos valores mínimos e máximo de 22,6g a 695,6g com valor médio de 180,89g, para oito regiões diferentes em duas safras 2007/2008 e 2008/2009 dos frutos *C. brasiliense* em que as maiores MF dos frutos encontradas nestas regiões foram para o Nordeste de MT e médio Araguaia de GO e MT com, respectivamente, 300,57 g e

291,2 g, e menor para o Centro Oeste de MG, com 55,04 e Sul do TO e Norte de GO, com 120,1 g, enquanto que para os frutos de *C. villosum* os valores mínimos e máximo encontrado no presente estudo foi de 263,65 g a 701,93 g. Tais resultados demonstram que existem regiões do Cerrado que apresentam uma ampla variabilidade fenotípica para alguns caracteres biométricos (MOURA; CHAVES; VELOSO, 2013). Colaborando com estas observações, Leandro *et al.* (2018) também verificaram que *C. villosum* apresenta características biométricas e composição química dos frutos superiores aos verificados para frutos de *C. brasiliense* e *C. coriaceum*. Estes autores, associam estas variações ao fato de a vegetação, solo e clima da Amazônia ser diferente do Cerrado, local de ocorrência de *C. brasiliense* e *C. coriaceum*, podendo ser um dos fatores pelas superioridades dos frutos de piquiá (*C. villosum*).

Segundo Moura, Chaves e Veloso (2013) o diâmetro transversal de frutos de pequi (*C. brasiliense*) pode ser utilizado como indicativo de frutos com maior número de pirênios (caroços). Dos resultados do presente estudo, verificou-se que o DT apresentou valor mínimo de 73,61 mm e máximos de 130,21 mm, enquanto para DL o valor mínimo foi de 78,26 mm e máximo de 95,48 mm, com 32% dos frutos apresentando 2 pirênios e 68% com apenas 1 no total de 50 frutos analisados das 5 matrizes. Já Moura, Chaves e Veloso (2013) em frutos de *C. brasiliense* verificaram para DT, o valor mínimo de 36,26 mm e máximo de 129,86 mm e para DL valor mínimo de 35,28 valor máximo de 104,79, apresentando até 4 pirênios por fruto. Podendo ser a forma do fruto o principal fator para a divergência entre os resultados, principalmente relacionados ao número de pirênios, pois o fruto de *C. villosum*, em geral, possui forma esférica devido ter menos pirênios, diferenciando daquele de *C. brasiliense* que apresenta forma globosa, e mais pirênios, contendo de um a quatro (ALMEIDA *et al.*, 1998).

A massa da casca (MC) média obtida para as cinco matrizes de *C. villosum* neste estudo foi de 317,613 g enquanto no trabalho de Duboc *et al.* (2013) a média encontrada foi de 165,70 g, mostrando-se inferior aos frutos de *C. villosum*. De modo semelhante, Moura, Chaves e Veloso (2013), para frutos de *C. brasiliense* de oito regiões do Cerrado, também encontraram MC média de 139,05 g menor que a média encontrada para frutos de *C. villosum*. Os frutos com maior MC foram as matrizes 2, 1 e 3 com respectivamente, 289,09 g, 395,31

g e 351,23 g também corresponderam aos frutos com maior MF com respectivamente, 431,90 g, 485,10 g e 519,54 g (Tabela 1). De modo semelhante, Moura, Chaves e Veloso (2013), para frutos de *C. brasiliense* de oito regiões do Cerrado, também verificaram que os frutos com maior MC do Médio Araguaia GO e MT e do Nordeste de MT com, respectivamente, 227,23 g e 187,14 g também correspondiam aos frutos com maiores MF com, respectivamente, 291,23 g e 300,57 g.

Sobre as características biométricas dos pirênios, verificou-se que as matrizes diferiram significativamente para a massa do pirênio com polpa (MPIP) sendo que matrizes, sendo que algumas matrizes obtiveram maior destaque as matrizes 2 (S 02° 99'761" e W 055° 07'821") e 3 (S 02° 99'492" e W 055° 07'702") diferiram das matrizes 1 (89,19 g), 4 (92,86 g) e 5 (70,17 g) com menores massas (Tabela 2), apresentando média de 111,89 g. Comparando com o trabalho de Moura, Chaves e Veloso (2013) para oito regiões de Cerrado, a MPIP dos frutos de *C. brasiliense* apresentou valores mínimo e máximo, respectivamente de 4,6 g a 152,4 g, com média de 41,83 g sendo inferior à média de 111,89 g verificada no presente estudo. Essa divergência entre os valores encontrados nos estudos pode se associar a diferentes precipitações que as regiões do Cerrado e da Amazônia apresentam. Segundo Barbosa-Silva *et al.* (2016) o clima da região do Cerrado é tropical de altitude (Cw), com verões úmidos quando ocorrem 90% das precipitações anuais (setembro/outubro a março/abril) e uma estação seca (abril/maio a setembro), período em que raramente chove mais do que 9 mm/mês. Porém as espécies do Cerrado sobrevivem em locais extremamente pobres em nutrientes de solo com elevado teor de alumínio tóxico e baixa precipitação (NAVES, 1999), bem diferente do encontrado na região Amazônica e na área deste estudo. Com elevada precipitação e clima classificado do tipo Ami, segundo IBAMA (2004).

Tabela 2: Características biométricas de pirênios e da polpa de frutos de piquiá, provenientes de cinco matrizes da comunidade de Piquiatuba, Floresta Nacional do Tapajós (FLONA), Belterra-PA.

Matriz	Massa do pirênio com polpa (g)	Massa da polpa (g)	Número de pirênios/ fruto	Massa do pirênio s/ polpa (g)	Rendimento (%)
1	89,19 b	46,56 b	1,40 a	42,63 c	18,38% c
2	141,95 a	57,73 a	1,60 a	84,22 a	32,86% a

continua...

Matriz	Massa do pirênia com polpa (g)	Massa da polpa (g)	Número de pirêniros/ fruto	Massa do pirênia s/ polpa (g)	Rendimento (%)
3	165,28 a	60,32 a	1,50 a	104,96 a	31,81% a
4	92,86 b	34,55 c	1,10 b	58,31 b	25,70% b
5	70,17 b	26,94 c	1,00 b	43,23 c	19,70% c
Média	111,89	45,22	1,32	66,67	25,70
CV	31,39	24,31	32,34	7,44	15,47

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade ($p<0,05$).

Com relação às características biométricas da polpa, as matrizes 2 (57,73 g) e 3 (60,33 g) apresentaram maior massa da polpa (P) diferindo significativamente da matriz 1 (46,56 g) com massas intermediárias e das matrizes 4 (34,55 g) e 5 (26,94 g) com menores massas (Tabela 2), com média de 45,22 g. Essa média foi ligeiramente inferior a encontrada por Leandro *et al.* (2018) para três indivíduos de *C. villosum*, com média de 51,49 g, na comunidade de Piquiatuba, Flona do Tapajós. No entanto, semelhante ao presente estudo, esses valores foram superiores aos encontrado por Bezerra *et al.* (2006), de 14,77 g, para a mesma espécie no Amapá.

O número de pirêniros por fruto, neste estudo, variaram de 1,00 a 2,00, com média de 1,32 pirêniros/fruto para as 5 matrizes. Moura, Chaves e Veloso (2013) para frutos de *C. brasiliense* de oito regiões no Cerrado encontraram média de pirêniros por fruto por região variando de 1,48 a 1,67, com mínimo de 1 e máximo de 4 pirêniros por fruto e média para as oito regiões de 1,71. Desta forma, esses resultados mostram que os frutos de *C. villosum* apresentam menos pirêniros por fruto, o que pode refletir na maior massa dos pirêniros e massa da polpa que aqueles encontrados para *C. brasiliense*.

Os frutos de árvores de *C. villosum*, da Amazônia, possuem período de maturação/dispersão diferentes daqueles para *C. brasiliense*, do Brasil Central. Para o piquiá, o período chuvoso em outubro coincide com o início da frutificação (frutos imaturos) enquanto a maturação ocorre de março a maio, para indivíduos da comunidade de Piquiatuba, Belterra-PA (Capítulo 2). Quanto ao pequi (*C. brasiliense*), a floração ocorre de agosto a novembro, coincidindo com o período chuvoso e a frutificação, de novembro a fevereiro (ALMEIDA

et al. 1998). Podendo esse ser um fator que influencie nas diferenças fenotípicas entre as espécies. Estudos realizados com o *C. brasiliense* e *C. villosum*, indicam que as espécies desse gênero são fortemente alógamas (MARTINS; GRIBEL, 2007).

Sobre o rendimento da polpa as matrizes 2 (32,86%) e 3 (31,81%) diferiram significativamente das matrizes 1 (18,38%), 4 (25,70%), e 5 (19,78%), com média de 25,70%. Rendimento superior ao encontrado por Leandro *et al.* (2018) que variou o rendimento de 8% a 20% para a mesma espécie. Já no trabalho de Moura, Chaves e Veloso (2013) medias equivalentes 23,5% foram encontradas, mostrando-se inferior aos valores obtidos no presente estudo, corroborando com a ideia de que os frutos de piquiá obtidos em Piquiatuba se destacam e podem nortear futuras coletas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A biometria pode ser utilizada como uma ferramenta simples e eficiente na seleção de matrizes para características de interesse econômico. De modo geral, as matrizes 2 e 3 apresentaram características biométricas superiores as matrizes 1, 4 e 5. Estes resultados podem ser úteis para uma futura seleção de matrizes e melhoramento genético, pois apresentam maior massa do fruto, maior número de pirênios por fruto, rendimento da polpa, massa do pirênio sem polpa, e massa do pirênio com polpa. Pode também subsidiar futuras pesquisas com piquiá, em que os melhores atributos podem ser utilizados para diferenciar de outros indivíduos e assim contribuir para a domesticação e conservação da espécie. É importante ressaltar que o piquiá, ainda não é domesticado, assim como as demais espécies do gênero *Caryocar*. Até mesmo o pequi (*C. brasiliense*), mais explorada comercialmente, ainda se encontra em estágio intermediário de domesticação para plantas perenes, de tal modo que a exploração se dá prioritariamente, por meio de extrativismo.

Os frutos de piquiá (*C. villosum*) apresentam variações relacionadas a aspectos biométricos, principalmente se comparados ao pequi (*C. brasiliense*). As matrizes 2 e 3 se mostram mais eficientes para futuras seleções destacando-se em critérios agronômicos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S.P. de; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina. Embrapa-CPAC, v. 464, 1998.
- ALVARES, C. A.; *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 1 dez. 2013. Schweizerbart. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- ARRIEL, E. F.; *et al.* Divergência genética entre matrizes de faveleira usando caracteres biométricos de frutos e sementes. **Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 4, p. 219-225, 2005.
- BARBOSA-SILVA, D.; *et al.* Produtividade de duas espécies frutíferas nativas do Cerrado. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2016. ISSN 2236-7934. Disponível em: <http://revisitas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/19913>.
- BEZERRA, V. S.; PEREIRA, S. S. C.; FERREIRA, L. A. M. Avaliações Físico-químicas do mesocarpo do piquiá (*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.); 3º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. **Anais [...]** Lavras. MG; v. 2006, p. 764-767.
- CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de curupixá (*Micropholis cf. venulosa* Mart. & Eichler – Sapotaceae). **Acta Amazônica**, v. 33, p. 389-398, 2003.
- DUBOC, E.; FRANÇA, L.V.; FRANZON, R.C.; VIEIRA, E.A.; JUNQUEIRA, N.T.V. **Atributos biométricos e teor de extrato etéreo de acessos de pequi (*Caryocar spp.*) como potencial de produção de biocombustível**. Dourados: Embrapa, 2013. 26 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 64).
- FRANCO, L. M. L.; UMMUS, M. E.; LUZ, R. A. A distribuição do pequi (*Caryocar brasiliense*) na estação ecológica de Itirapina, SP. In: Congresso Brasileiro De Geógrafos, 6, 2004, **Anais [...]** Goiânia: AGB, p. 253. 2004
- GUSMÃO, E.; VIEIRA, F. A.; FONSECA JÚNIOR, E. M. da. Biometria de frutos e endocarpos de muruci (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss.). **Cerne**, v. 12, n. 1, p. 84-91, jan./mar. 2006.
- IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS E RENOVÁVEIS. **Floresta Nacional do Tapajós. Plano de manejo. Informações gerais**. IBAMA, 2004. v. I. p. 580. Brasília.
- LEANDRO, C. T. B.; FONSECA JUNIOR, E. M.; OTANI, F. S.; FELSEMBURGH, C. A. Caracterização biométrica e composição química do fruto de *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. nativo da Amazônia. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 6, p. 295-306, 2018. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.006.0028>.
- MOURA, N. F.; CHAVES, L. J.; VELOSO, R. Caracterização física de frutos de pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) do cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 37, n. 5, p. 905-912, 2013.

NAVES, R. V. **Espécies frutíferas nativas dos cerrados de Goiás**: caracterização e influências do clima e dos solos. 1999. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1999.

MARTINS, R. L.; GRIBEL, R. Polinização de *Caryocar villosum* (aubl.) Pers. (Caryocaraceae) uma árvore emergente da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, p. 37-45, 2007.

OLIVEIRA, M. E. B.; *et al.* Caracterização física de frutos do pequiáceo nativo da Chapada do Araripe-Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 3, n. 7, p. 1196-1201, 2009.

SILVA, F. de A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. de. The assistant software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res.**, v. 11, n.39, p. 3733-3740, 2016.

VERA, R.; *et al.* Caracterização física de frutos do pequiáceo (*Caryocar brasiliense* Camb.) no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 2, p. 71-79, 2005.



CAPÍTULO 6



6 Composição físico-química e bioquímica da polpa do fruto de piquiá

MARCIA MOURÃO RAMOS AZEVEDO
CECILA LEAL DE SOUSA
ALAN KELBIS OLIVEIRA LIMA
CLÉO RODRIGO BRESSAN
PAULO SÉRGIO TAUBE JÚNIOR
JUCELANE SALVINO DE LIMA

INTRODUÇÃO

Os alimentos possuem diferentes características físicas, químicas, biológicas e toxicológicas, que são responsáveis pelos seus atributos nutricionais, funcionais e pelo seu impacto na saúde e bem-estar humano, dessa forma, na indústria alimentícia entender a composição química dos alimentos possibilita garantir sua qualidade e a segurança dos consumidores (SANTOS; PESSOA, 2021). Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), as informações sobre a composição dos alimentos são indispensáveis para o estabelecimento da segurança alimentar e nutricional, bem como para a manutenção e controle da qualidade dos alimentos.

Os alimentos possuem na sua composição básica constituintes nutritivos importantes como água, açucares, proteínas, lipídeos, carboidratos, fibra alimentar, minerais, vitaminas, e constituintes secundários ligados à sua propriedade sensorial como óleos essenciais, pigmentos, compostos voláteis e substâncias aromáticas, algumas dessas propriedades podem ter função tanto sensorial como nutritiva (DALA-PAULA *et al.*, 2021). Dessa forma, os valores de cada constituinte, primários e/ou secundários, podem ser determinados por meio da realização de análises físico-químicas e bioquímicas dos alimentos.

Os constituintes químicos encontrados nos alimentos são responsáveis pela sua estabilidade química e bioquímica, suas propriedades sensoriais como seu sabor, aroma, textura, cor, além disso possuem funções específicas que contribuem para a saúde e regulação do metabolismo humano, ocasionando na redução de risco de doenças crônicas, auxiliando o sistema imunológico, reduzindo o colesterol, servindo como antioxidantes, favorecendo as funções gastrointestinais, entre outras funções importantes desenvolvidas por esses compostos (FREIRIA, 2018; CARDOSO; OLIVEIRA, 2008).

Segundo vários autores, o piquiá (*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers) é um fruto que possui em sua composição proteínas, carboidratos, fibras, altos teores de lipídios, compostos fenólicos e carotenoides (LORENZO *et al.*, 2022; PAULA FILHO, 2018; YAMAGUCHIA *et al.*, 2017; BARRETO *et al.*, 2009). Ademais, esse fruto possui diversos minerais e vitaminas, como por exemplo, cálcio, magnésio, fósforo, ferro, selênio, vitamina C, vitamina E, e é uma excelente fonte de vitamina A (CHISTÉ; MERCADANTE, 2012; MARX *et al.*, 1997; BARRETO *et al.*, 2009).

Neste sentido, objetivou-se realizar uma revisão de literatura sobre o valor nutritivo do piquiá (*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers) inerente à sua composição físico-química e bioquímica.

MÉTODO

O presente trabalho foi desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa por meio de coleta de dados nas principais bases de dados científicos (*Scopus*, *Google Scholar*, *Scielo* e *Web of Sciences*), além de livros e artigos de diferentes páginas da web destacados no tema central.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da composição físico-química da polpa do piquiá, reportados por vários autores, podem ser observadas na Tabela 1.

Os teores de umidade da polpa de piquiá variaram de 27,2% a 51,7%. Segundo Ramos *et al.* (2011), o teor de umidade é importante para a conservação dos alimentos uma vez que teores elevados resultam na redução do tempo de prateleira e na qualidade, possibilitando a proliferação de microrganismos.

Tabela 1: Composição físico-química da polpa do piquiá (*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers)

Variável	AUTORES				
	Aguiar (1996)	Bezerra <i>et al.</i> (2006)	Chisté & Mercadante (2012)	Berto <i>et al.</i> (2015)	Leandro <i>et al.</i> (2018)
Umidade (%)	41,90	28,00	51,7	43,70	32,55
pH	-	5,23	-	-	-
SST (°Bx)	-	19,33	-	-	-
ATT	-	5,54	-	-	-
Cinzas (%)	0,50	-	1,1	0,45	1,37
Lípidos (%)	25,60	79,95	25,5	14,63	23,65
Proteína (%)	1,60	4,53	3,7	1,8	15,69
Carboidratos (%)	30,40	-	18,0	39,42	26,74
Fibra (%)	-	-	-	-	-
Açúcares totais	-	-	-	-	-
Açúcar redutor	-	-	-	-	-
Açúcar não redutor	-	-	-	-	-
Sucrose	-	-	-	-	-
Energia (kcal/100 g ⁻¹)	358,40	-	290,67	296,55	-
				406,76	519,71

*SST: sólidos solúveis totais; ATT: acidez total titulável.

Fonte: Elaborada pelos autores.

O piquiá possui um pH ácido variando de 3,4 a 5,23 e esse é um atributo de qualidade que está diretamente relacionado à atividade enzimática, à proliferação de microrganismos, retenção do sabor e à conservação do produto (BARBOSA, 2021; VASCONCELOS; MELO, 2010).

O teor de SST ($^{\circ}\text{Bx}$) observado foi em média de 15,8 e esta variável possui relevância para a avaliação da qualidade e padronização de produtos. Através dessa análise é possível mensurar teores aproximados de sólidos solúveis presentes na fruta, como açúcares e outras substâncias dissolvidas como pectinas, vitaminas e ácidos fenólicos (SILVIA, 2022).

A ATT é uma análise importante para a compreensão do estado de conservação de um alimento, servindo com um padrão para o controle de qualidade, além disso serve para medir o teor de ácidos orgânicos na polpa de fruta que auxiliam na conservação dos alimentos, devido sua ação antioxidante (GARCIA *et al.*, 2017; MOURA, 2016). De acordo com Luz (2019), trabalhando com *Caryocar brasiliense*, relatou que durante o amadurecimento do fruto ocorre um aumento da relação entre acidez e os sólidos solúveis contribuindo para a sua palatabilidade, por outro lado seu percentual de umidade e sua acidez relacionada à sua quantidade de nutrientes podem acarretar a aceleração do seu deterioramento, dessa forma é preciso examinar seu processamento e armazenamento. Verificou-se, na presente revisão, que a média da ATT foi de 6,4. Relacionando-se esse valor com os de SST, ou seja, SST/ATT, encontra-se o valor de 2,5, sugerindo um sabor de grande acidez para o fruto (BEZERRA *et al.*, 2006).

Os teores de cinzas encontrados na literatura pesquisada variaram de 0,45 a 1,37, indicando que a polpa do piquiá é uma fonte de minerais. No entanto, Berto *et al.* (2015) verificaram que a maior quantidade de minerais se concentra na amêndoia cujo teor foi de 3,35%.

O piquiá apresenta alto teor de extrato etéreo, esse óleo está presente principalmente na sua polpa e amêndoia, podendo apresentar mais de 79% (BEZERRA *et al.*, 2006). Desta forma, o valor nutritivo do piquiá é determinado substancialmente pela composição da fração lipídica.

Maiores teores de lipídios nos frutos são interessantes para a extração do óleo e como fonte de ácidos graxos na alimentação. Por outro lado, elevadas quantidades são associadas com a umidade e tornam os frutos altamente perecíveis seja por reações de oxidação, assim como pela presença de microrganismos (LEANDRO *et al.*, 2018).

Na maioria das fontes pesquisadas, a polpa de piquiá apresentou baixos teores de proteína, enquanto Leandro *et al.* (2018) verificaram teores acima de 15%, constituindo numa ótima fonte de proteína. Por outro lado, a composição físico-química do piquiá revela uma fruta rica em nutrientes para ser consumida na alimentação humana. Sendo os carboidratos (45,5%), principal fonte de energia da dieta (PAULA FILHO, 2018).

Os teores de ácidos graxos que compõem a fração lipídica da polpa dos frutos de piquiá estão presentes na Tabela 2. O perfil de ácidos graxos da polpa de piquiá é principalmente constituído de ácidos graxos saturados e monoinsaturados, apresentando alto teor de ácidos graxos monoinsaturados, que são benéficos para a saúde pois possuem uma relação positiva com lipoproteínas de baixa densidade, com a redução da concentração sérica de triacilgliceróis e conservação da fração lipoprotéica de alta densidade (CORDEIRO, 2012). Alguns dos ácidos graxos presentes no fruto são o ácido oléico, ácido palmítico, ácidos linoléico e linolênico (LOPES, 2012).

Tabela 2: Composição em ácidos graxos em polpas de piquiá (*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.)

Ácido graxo (g. 100 g ⁻¹ de lipídios)	Marx <i>et al.</i> (1997)	Lorenzo <i>et al.</i> (2021)	Tostes <i>et al.</i> (2019)
Saturados			
Mirístico C14:0	-	-	0,56
Palmítico C16:0	33,50	26,50	44,63
Esteárico C18:0	0,59	2,37	0,93
Araquídico C20:0	-	Traços	-
Monoinsaturados			
Palmitoléico C16:1 n7	0,10	0,35	3,84
Oléico C18:1 cíis n9	29,50	52,67	43,66
Poliinsaturados			
Linoléico C18:2 cíis n6	0,52	15,20	6,38
Linolênico C18:3 n3	0,03	0,46	-

Fonte: Elaborada pelos autores.

Verifica-se na Tabela 3 os valores médios da atividade antioxidante, compostos fenólicos e flavonoides encontrados no fruto piquiá. Segundo Yamaguchi *et al.* (2017) as sementes do piquiá apresentam maiores teores de atividade antioxidante, em comparação a polpa e a casca. O piquiá apresenta concentrações expressivas de compostos fenólicos em sua polpa na forma *in natura*, é rico em antioxidantes, podendo ser utilizado na indústria alimentícia como alternativa para o enriquecimento do potencial antioxidante e nutricional de produtos (LORENZO, 2017).

As propriedades antioxidantes do piquiá reforça a sua importância para fins terapêuticos e nutritivos, promovendo benefícios à saúde (TORRES *et al.*, 2018). De acordo com Bezerra (2021), existe uma correlação positiva entre o conteúdo fenólico e a atividade antioxidante encontrada no piquiá, nesse estudo foi encontrado grandes quantidades de ácido elágico e ácido gálico exercendo influência na ação antioxidante.

Os flavonoides também foram encontrados no piquiá, esses compostos possuem ação terapêutica, anti-inflamatória, antimicrobianas, demonstrando serem eficazes na eliminação de moléculas mais oxidantes, que resultam em várias doenças (DA CRUZ *et al.*, 2022).

Tabela 3: Atividade antioxidante, teor de fenólicos totais (TPC) e flavonóides em extratos etanólicos de frutos de piquiá (*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.)

Compostos	Yamaguchi <i>et al.</i> (2017)	Chisté; Mercadante (2012)	Barreto <i>et al.</i> (2009)	Almeida <i>et al.</i> (2012)
Casca				
TPC (mg GAE/100g)	4523,39 \pm 105,19	-	-	-
Flavonóides (%)	4,59 \pm 0,12	-	-	-
DPPH (μ g mL $^{-1}$)	7,81 \pm 0,34	-	-	-
ABTS (μ g mL $^{-1}$)	3,93 \pm 0,12	-	-	-
Polpa				
TPC	4917,91 (mg GAE /100g)	589,4 (μ g/g)	4623,4 (mg GAE/100 g)	236,2 (mgGAE/100 g) base seca
Flavonoides	4,91%	-	741,2 (mg CE/100 g)	-
DPPH*	7,95 (μ g mL $^{-1}$)	-	-	-
ABTS*	4,34 (μ g mL $^{-1}$)	-	-	-
Sementes				
TPC (mg GAE/100g)	147,45 \pm 9,63	-	-	-
Flavonóides (%)	3,55 \pm 0,14	-	-	-
DPPH (μ g mL $^{-1}$)	97,48 \pm 1,15	-	-	-
ABTS (μ g mL $^{-1}$)	41,07 \pm 1,42	-	-	-

^aValor médio \pm desvio padrão; n = 3. GAE: equivalentes de ácido gálico; DPPH*: 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo; ABTS*+: ácido 2,2'-azinobis-3-etylbenzotiazolina-6-sulfônico.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Alguns compostos bioativos encontrados na polpa de fruta do piquiá estão apresentados na Tabela 4. A polpa de piquiá é uma fonte de carotenoides, diferentes condições ambientais durante a produção desta fruta podem resultar em variações na concentração de carotenoides (TORRES *et al.*, 2018). Barreto *et al.* (2009) encontrou teor de carotenoides na polpa de 0,4 mg/100g, enquanto Almeida *et al.* (2012) obteve valores de 6,9 mg/100 g. Alguns carotenoides são precursores da vitamina A, na dieta o consumo de alimentos que contêm esses compostos é fundamental, pois o organismo humano não é capaz de sintetizar essas vitaminas (MESQUITA *et al.*, 2017).

Outro composto bioativo encontrado na polpa de piquiá é o ácido ascórbico (BARRETO *et al.*, 2009). Conforme Silva *et al.* (2009) esse composto bioativo é fundamental para a nutrição humana, além disso serve como indicador da estabilidade da conservação de frutas.

Tabela 4: Níveis de compostos bioativos em polpas de frutas de piquiá (*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.)

Autores	Carotenóides	Vitamin A	Ácido ascórbico
Christé; Mercadante (2012)	$17,3 \pm 2,4$ ($\mu\text{g/g}$)	$0,06 \pm 0,003$ ($\mu\text{g RAE/g}$)	-
Barreto <i>et al.</i> (2009)	0,4 (mg/100 g)	-	5,9 (mg AA/100 g)
Lorenzo <i>et al.</i> (2022)	$6,60 \pm 0,44$ ($\mu\text{g/g}$)	-	-
Almeida <i>et al.</i> (2012)	$6,9 \pm 0,2$ (mg/100 g)	-	-

RAE = *retinol activity equivalent*.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Verificou-se diferenças quantitativas nas composições físico-químicas e bioquímicas do fruto de piquiá. Estas diferenças podem estar relacionadas à época de colheita, ponto de maturação dos frutos, clima da região, metodologias utilizadas etc.

Na Tabela 5 verifica-se os teores de minerais presentes na fruta de piquiá. O magnésio, o cálcio e o fósforo se destacaram no fruto com a polpa e a casca apresentando os maiores teores de magnésio e a semente maior teor de fósforo. Os frutos são excelentes fontes naturais desses elementos e são essenciais para manter uma dieta saudável causando benefícios imediatos e a longo prazo para a saúde (PEARSON; BALL; CRAWFORD, 2011).

Tabela 5: Teores de minerais de frutas de piquiá (*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.)

Autores	Minerais (mg 100 g ⁻¹)								
	Ca	Cu	Mg	P	Se	Fe	Zn	Mn	K
Casca externa									
Berto <i>et al.</i> (2015)	-	0,76	140,55	12,36	-	9,88	1,14	3,71	-
Polpa									
Marx <i>et al.</i> (1997)	83,0	-	52,0	41,0	0,7	0,6	0,5	0,3	-
Paula Filho (2018)	42,94	0,73	10,31	27,17	-	2,17	1,06	4,53	26,25
Berto <i>et al.</i> (2015)	-	1,40	195,89	4,52	-	0,98	0,93	6,84	-
Semente (amêndoas)									
Berto <i>et al.</i> (2015)	-	1,17	164,95	382,64	-	0,91	1,10	0,50	-

Ca: cálcio; Cu: cobre; Mg: magnésio; P: fosforo; Se: selênio; Fe: ferro; Zn: zinco; Mn: manganês; K: Potássio.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Desta forma, o piquiá se destaca como uma fonte de magnésio, cálcio e fósforo, potássio e manganês capaz de complementar na dieta a necessidade diária desses nutrientes recomendada pela Organização Mundial de Saúde (OMS). No corpo humano o magnésio atua em processos bioquímicos e fisiológicos relacionados à imunidade, inflamação, dores nas articulações, função pulmonar e excitabilidade neuromuscular (FARYADI, 2012). Segundo Palacios (2006), o potássio ajuda na prevenção da osteoporose e auxilia formação óssea, o manganês atua como cofator de enzimas no tecido ósseo e possui um papel importante para a formação da matriz óssea atuando na biossíntese de mucopolissacarídeos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados da literatura, observou-se que a polpa do piquiá apresentou grande variação na composição físico-química e bioquímica. Quanto à casca e à semente, são poucos os estudos presentes na literatura. Em relação à composição química, os teores de proteínas e lipídios encontrados em diversos estudos demonstram que a fruta pode ser utilizada na dieta humana e pode possuir diver-

sas atividades biológicas importantes para um bom funcionamento dos organismos. Além disso, os valores de carboidratos e de ácidos graxos indicam que esse alimento e seus derivados podem ser funcionalmente ideais como fonte de energia e, ainda, proteger os organismos contra estresses oxidativos, provavelmente devido ao alto teor de compostos fenólicos e compostos flavonoides.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J. P. L. Tabela, de composição de alimentos da Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 26, n. 1/2, p. 121-126, 1996.
- ALMEIDA, M. R. et al. Antigenotoxic Effects of Piquiá (*Caryocar villosum*) in Multiple Rat Organs. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 67, n. 2, p. 171-177, 2012. DOI: 10.1007/s11130-012-0291-3.
- BARBOSA, H. P. et al. Avaliação do pH de polpas de frutas comercializadas no Município de João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 8, n. 18, p. 319-326, 2021.
- BARRETO, G. P. M.; BENASSI, M. T.; MERCADANTE, A. Z. Bioactive compounds from several tropical fruits and correlation by multivariate analysis to free radical scavenger activity. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 20, n. 10, p. 1856-1861, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-50532009001000013>.
- BERTO, A. et al. Proximate compositions, mineral contents and fatty acid compositions of native Amazonian fruits. **Food Research International**, v. 77, p. 441-449, 2015.
- BEZERRA, G. da S. **Estudo fitoquímico e potencial antioxidante de Caryocar Villosum (Aubl.) Pers. (PIQUIÁ)**. 2021. 138 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021.
- BEZERRA, V., FERREIRA, L., & PEREIRA, S. Avaliações físico-químicas do mesocarpo do piquiá (*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 3., 2006, Varginha. Biodiesel: evolução tecnológica e qualidade: **Anais [...] Lavras: UFLA, 2006.** p. 764-768.
- CARDOSO, A. L.; OLIVEIRA, G. G. de. **Alimentos Funcionais**, 2008. Disponível em: https://www.mobilizadores.org.br/wpcontent/uploads/2014/05/texto_alimentos_funcionais_conceito-5363c728887c6.pdf. Acesso em: 12 fev. 2023.
- CARDOSO, A. L.; OLIVEIRA, G. G. de. **Alimentos Funcionais**. Trindade: UFSC, 2008. Disponível em: https://www.mobilizadores.org.br/wp-content/uploads/2014/05/texto_alimentos_funcionais_conceito-5363c728887c6.pdf. Acesso em: 12 fev. 2023.
- 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, p. 5884-5892, 2012. DOI: 10.1021/jf301904f.

CORDEIRO, M. W. S. **Caracterização física e química de frutos de pequi (Caryocar brasiliense camb.) de diferentes regiões do estado de Mato Grosso**. 2012. 51 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

DA CRUZ, J. E. R.; *et al.* Composição de fenólicos, flavonoides, antocianinas, determinação da atividade antioxidante e comparação de métodos extractivos da folha e da casca de *Caryocar brasiliense*. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 21, n. 1, p. 18-24, 2022.

DALA-PAULA. B. M.; *et al.* **Química e Bioquímica de Alimentos**. Alfenas: Editora Universidade Federal de Alfenas, 2021. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/598853/2/Quimica%20%26%20Bioquimica%20de%20Alimentos.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Ministério da Agricultura e do Abastecimento**. Disponível em: <https://cloud.cnpq.embrapa.br/sac/2016/05/24/o-que-e-materia-seca-ms-dosalimentos-qual-a-sua-importancia-como-determina-%C2%ADa/>. Acesso em: 11 fev. 2023.

FARYADI, Q. The magnificent effect of magnesium to human health: a critical review. **International Journal of Applied**, v. 2, n. 3, p. 118-126, 2012.

FREIRIA, E. de F. C. **Bromatologia**. Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018. Disponível em: http://cm-cls-content.s3.amazonaws.com/201801/INTERATIVAS_2_0/BROMATOLOGIA/U1/LIVRO_UNICO.pdf. Acesso em: 12 fev. 2023.

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, n. 3, p. 6-11, 2017.

LEANDRO, C. T. B. *et al.* Caracterização biométrica e composição química do fruto de *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. nativo da Amazônia. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 6, p. 295-306, 2018.

LOPES, R. M. *et al.* Composição de ácidos graxos em polpa de frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 635-640, 2012.

LORENZO, N. D. **Mesocarpo do pequi (Caryocar villosum alb. pers.):** incorporação em formulação de chocolate amargo com vista a agregação de valor nutricional. 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

LORENZO, N. D.; dos SANTOS, O. V.; LANNES, S. C. da S. Fatty acid composition, cardiovascular functionality, thermogravimetric-differential, calorimetric and spectroscopic behavior of pequi oil (*Caryocar villosum* (Alb.) Pers.). **Food Sci. Technol**, Campinas, v. 41, n. 2. p. 524-529, 2021.

LORENZO, N. D.; dos SANTOS, O. V.; LANNES, S. C. da S. Structure and nutrition of dark chocolate with pequi mesocarp (*Caryocar villosum* (Alb.) Pers.). **Food Sci. Technol**, Campinas, v. 42, e88021, 2022.

LUZ, K. C. O. **Determinação de umidade, acidez titulável e teor de sólidos solúveis em frutos maduros do pequi (*Caryocar brasiliense* camb.)**. 2019. 22 fl. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia - Curso de Bacharelado em Nutrição) – Faculdade Morgana Potrich (FAMP), Mineiros, Goiás, Brasil, 2019.

MARX, F.; ANDRADE, E. H. A.; MAIA, J. G. Chemical composition of the fruit pulp of *Caryocar villosum*. **Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A**, v. 204, p. 442-444, 1997.

MOURA, E. L. B. **Avaliação físico-química de polpas de frutas comercializadas no município de Cuité - Paraíba**. 2016. 83 fl. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Farmácia) – Centro de Educação e Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, Paraíba, 2016.

PALACIOS, C. The role of nutrients in bone health, from A to Z. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 46, n. 8, p. 621-628, 2006.

PAULA FILHO, G. X. de. **Plantas alimentícias não convencionais da reserva extrativista rio Cajari, Amapá**: levantamento etnobotânico, composição química e propagação. 2018. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2018.

PEARSON, N.; BALL, K.; CRAWFORD, D. Predictors of changes in adolescents' consumption of fruits, vegetables and energy-dense snacks. **British journal of nutrition**, v. 105, n. 5, p. 795-803, 2011.

RAMOS, K. M. C.; SOUZA, V. A. B. de. Características físicas e químico-nutricionais de frutos de pequi (Caryocar coriaceum Wittm.) em populações naturais da região meio-norte do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 500-508, 2011.

SANTOS, C. E. C. dos; PESSOA, P. P. **A importância da análise de alimentos na qualidade de produtos industrializados**: uma revisão integrativa. In: Conexão Unifametro, 2021. Disponível em: https://artigo-a21089004abdaccfa9f29fooff77754bdoe2332d-segundo_arquivo.pdf. Acesso em: 12 fev. 2023.

SILVA, J. C. C.; et al. Avaliação do teor de sólidos solúveis (BRIX°) de polpas de frutas congeladas comercializadas na cidade de Cuité-PB. In: OLIVEIRA, Kataryne Árabe Rimá de (Org.). **Nutrição nos ciclos da vida-Pesquisas e avanços**, São Paulo: Agron Food Academyp, 2022. v. 1, cap. 2, p. 13-19.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**, 2011. Disponível em: https://www.cfn.org.br/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf. Acesso em: 12 fev. 2023.

TORRES, L. R. O.; et al. Bioactive compounds and functional potential of pequi (*Caryocar spp.*), a native Brazilian fruit: a review. **Grasas y Aceites**, v. 69, n. 2, p. e257-e257, 2018.

TOSTES, L. de C. L.; *et al.* Anatomical aspects and phytochemical potential of *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.(pequiá). **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 11, p. 25807-25829, 2019.

VASCONCELOS, M. A. da S.; MELO, F. A. B. de. **Conservação de alimentos**, Programa Escola Técnica Aberta do Brasil (ETEC – Brasil). Recife: EDUFRPE, 2010.

YAMAGUCHI, K. K. L. *et al.* HPLC-DAD profile of phenolic compounds, cytotoxicity, antioxidant and anti-inflammatory activities of the amazon fruit *Caryocar villosum*. **Química Nova**, v. 40, n. 5, p.483-490, 2017. DOI: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170028>. Acesso em: 12 fev. 2023.



CAPÍTULO 7



7 Potencial para aproveitamento de subprodutos do piquiá na alimentação animal

JUCELANE SALVINO DE LIMA
KEDES PAULO PEREIRA
MARCIA AZEVEDO RAMOS MOURÃO

INTRODUÇÃO

O mercado brasileiro é um dos maiores produtores de frutas e culturas do mundo, com destaque para frutos da região amazônica, detentora de muitas frutas pouco exploradas (CORRÊA *et al.*, 2023). Um importante fruto é o *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers, conhecido popularmente como piquiá, nativo da floresta amazônica e que perfaz a família *Caryocaraceae* (CHISTÉ *et al.*, 2012) de importância econômica para região.

O piquiá possui diversas formas de utilização como para alimentação humana, produtos farmacológicos, medicinais e exploração madeireira (RODRIGUES *et al.*, 2022); recentemente, despertou-se acerca do potencial dos resíduos gerados do seu processamento para serem reaproveitados para alimentação animal.

Caryocar villosum nos primeiros estudos científicos se revelou com composição química e características nutricionais promissoras, tanto da polpa quanto das suas principais partes (Casca, caroço e amêndoas), além dos resíduos descartados (torta da extração do óleo), sendo necessários sua avaliação e potencial de uso na nutrição de animais ruminantes e não ruminantes, principalmente bubalinos, presentes na região do Tapajós.

Apesar do conhecimento preliminar, é escasso na literatura formas de manejo alimentar e aproveitamento do piquiá como fonte alimentar animal. Devido curiosamente existir mais de 16 espécies (BATISTA *et al.*, 2021) e há indivíduos (matrizes) com características organolépticas de sabor amargo (ALVES *et al.*, 2016) e rejeitadas para consumo humano; estes podem ser destinados para os animais como importante fonte de proteína, minerais e fibras para os animais; haja vista, as diferentes espécies serem de importância botânica.

Desta forma, objetivou-se com este levantamento bibliométrico buscar conhecimento dos últimos anos para avaliar possíveis formas de aproveitamento dos subprodutos do *Caryocar villosum* (Piquiá) como fonte alimentar animal, devido escassez na literatura deste promissor fruto, pouco estudado, e concomitantemente, beneficiar com destino mais adequado dos subprodutos gerados do processamento do piquiá.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada foi baseada na análise bibliométrica, com levantamento de compilados na literatura com seleção e exportação da base de dados dos principais trabalhos científicos relacionados aos aspectos nutricionais de piquiá e também uso para alimentação animal, a fim de obter conhecimento do potencial, bem como inferir sobre os subprodutos e formas promissoras de utilização manejo alimentar dos animais ruminantes e não ruminantes.

A base de dados da literatura científica (Artigos científicos) foi realizada primeiramente em trabalhos *on line* do ISI Web of Science; em seguida, optou-se pelo buscador *on line* do google acadêmico e *direct Science com palavras em português e inglês*, com principais palavras-chaves: Piquiá, *Caryocar villosum*, subprodutos e alimentação animal. Posteriormente, foi realizada a exportação e validação temática dos trabalhos exportados para verificação das informações relacionadas ao piquiá e alimentação animal, e ou, similar temática.

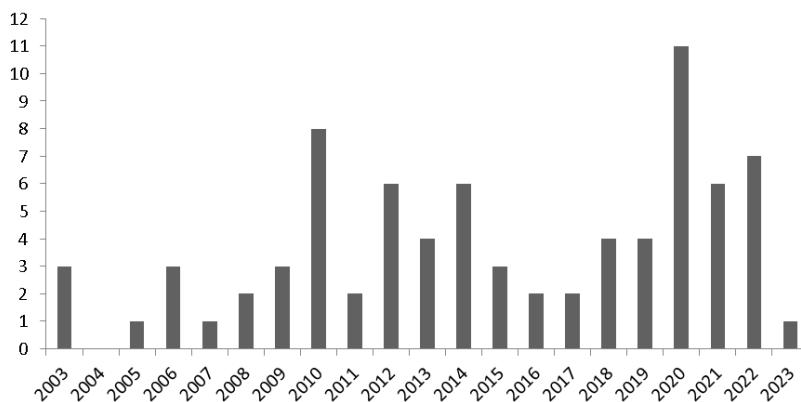
Após essas seleções dos trabalhos, realizou-se um refinamento e leitura aprofundada dos trabalhos, a fim de selecionar e compor esta revisão, para alavancar o conhecimento necessário para responder à questão da falta conhecimento sobre formas de uso do piquiá, totalizando 85 compilados científicos.

Devido à falta de trabalhos com uso do piquiá amazônico, fez-se uma comparação de possíveis subprodutos que podem ser utilizados similarmente ao pequiá do cerrado (Do mesmo gênero), visando despertar o interesse para novas pesquisas e viabilidade de uso na alimentação animal do piquiá amazônico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão expostos os principais trabalhos científicos selecionados dos últimos vinte anos na literatura acerca da temática Piquiá *Caryocar villosum*, perfazendo 85 trabalhos científicos publicados.

Figura 1: Números de trabalhos científicos na literatura sobre piquiá nos últimos 20 anos.



Fonte: Elaborada pelos autores.

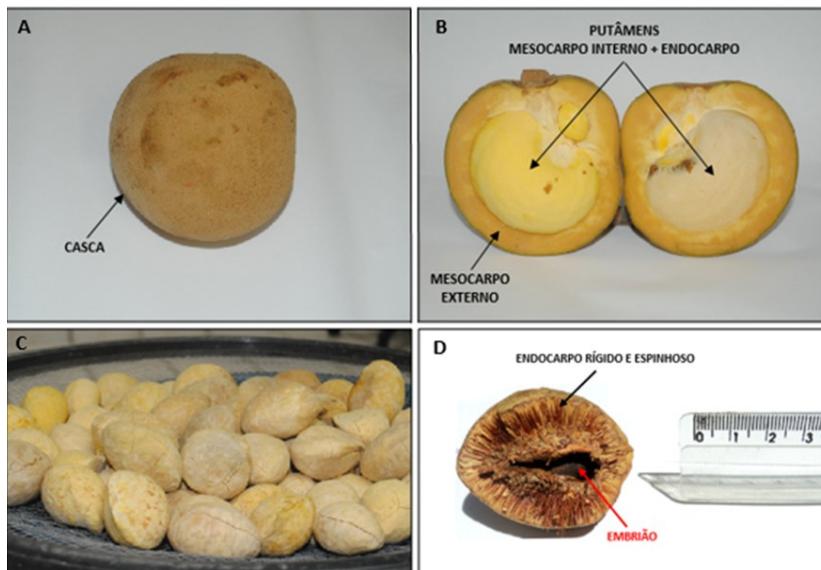
A maior parte em formato de artigos científicos e revisão científica, perfazendo aproximadamente 69,41% do total. No ano de 2020 houve um maior número de publicações. No entanto, foi perceptível que as publicações dizem respeito mais a fatores químicos bromatológicas, principalmente, compostos antioxidantes e cicatrizantes do piquiá.

Isso denota que poucas pesquisas referentes ao uso do mesmo na alimentação animal, sendo necessário despertar para campo de utilização para reaproveitamento dos subprodutos do beneficiamento do piquiá. Assim, realizou-se este levantamento sobre o uso dos subprodutos do piquiá como alimento alternativo para os animais.

POTENCIAIS SUBPRODUTOS DO PIQUIÁ PARA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

O fruto do piquiá é importante alimentar para região amazônica, sendo composto por casca, caroço e polpa, conforme na Figura 2.

Figura 2: Fruto inteiro mostrando a casca (A); as partes constituintes do fruto (B); putâmens despolpados (C); e endocarpo rígido e espinhoso com embrião.



Fonte: Juliana Maia Lima

Segundo CARVALHO e MULLER (2005) a maior parte do fruto é constituída pela espessa casca, que representa 76,6% do peso do fruto; o caroço, 12,6%, e a parte da polpa comestível, com restantes 10,7%. Em termos práticos, a cada tonelada de beneficiamento do piquiá, aproximadamente 893 kg são de partes não aproveitadas, e será descartado no ambiente, o que pode ser reaproveitados para alimentação animal, além de minimizar um prejuízo ambiental que é desperdício desses resíduos.

Assim, a utilização do resíduo do piquiá como fonte alternativa reduz custos com alimentação animal, tornando-o importante, principalmente para regiões onde há disponibilidade, haja vista, ser este o maior entrave na produção animal, a onerosidade dos alimentos tradicionais com custo elevado.

Diante do exposto, devido o resíduo do piquiá ser pouco explorado para alimentação animal, segue-se possíveis promissores formas de uso para os animais ruminantes e não ruminantes, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Possíveis formas de utilização de resíduos do piquiá na alimentação animal

Componente	Nutrientes
Casca	Fonte de fibras, minerais
Caroço	Fonte de carboidratos, minerais
Óleo da polpa	Fonte de lipídeos, minerais
Óleo da amêndoia	Fonte de lipídeos, minerais
Torta da amêndoia	Fonte de carboidratos
Farelo da casca	Fonte de carboidratos
Farelo do caroço	Fonte de carboidratos

Fonte: Elaborada pelos autores

Segundo Almeida *et al.* (2015), o resíduo de processamento de frutas se torna relevante em regiões com potencial produtivo e para os pecuaristas com interesse para economicidade na nutrição animal, principalmente em períodos de menos disponibilidade de recursos forrageiros, como o que ocorre nos períodos de várzeas na região amazônica.

Contudo, é imprescindível atentar para possibilidade de conter fatores antinutricionais nesses resíduos e precisam verificar sua viabilidade para utilização e aproveitamento, em quantidade e qualidade; haja vista, ainda pouco estudados e elucidados.

O caroço do piquiá pode ser fonte de carboidratos totais, não fibrosos e minerais para ruminantes e não ruminantes, podendo ser seco e moído para confeccionar o farelo similarmente a casca. Porém, deve-se salientar da necessidade de análises química e bromatológicas para maior entendimento e recomendação de utilização na alimentação animal com dados mais precisos e de melhor viabilidade econômica.

O óleo de piquiá muito utilizado para alimentação humana e farmacologia, igualmente pode ser utilizado para fonte alimentar dos não ruminantes, para aumentar a densidade energética principalmente para fêmeas suínas e leitões em crescimento. É interessante mencionar que para ruminantes o máximo de lipídeos é em torno de 5 a 6%, devido fator deletério ao microrganismo ruminais.

Do processamento para extração do óleo da polpa e do caroço pode confeccionar a torta, que pode ser usado como fonte proteica, de carboidratos e minerais, além de boa durabilidade para armazenagem do resíduo.

Devido escassez de trabalho acerca do resíduo de piquiá amazônico na alimentação animal, foi realizado um breve estudo sobre o pequi (*Caryocar brasiliense camb*), do mesmo gênero do pequiá amazônico, como provável potencial para seu uso na nutrição animal. Do pequi tanto a polpa quanto a amêndoas do fruto são ricas em lipídios (ALMEIDA *et al.*, 1998), o que as caracterizam como alimento com bom potencial energético e vitamínico (RIGUEIRA, 2003) servindo para alimentação animal ruminantes e não ruminantes.

Segundo VILAS BOAS (2004), o pequi apresenta uma composição química com baixo valor de proteína bruta (PB) com 2,64%; com média de 20% extrato etéreo (EE); 19,6% de carboidratos totais; 13% de fibra bruta (FB); média de 2,23% de pectina e em relação ao caroteno e vitamina C pode ser encontrado 7,46% /100 mg e 78,72 mg /100 g, respectivamente.

Por se tratar de um alimento destinado a alimentação humana, os nutricionistas da área animal, vem buscando uma viabilidade do seu resíduo que é o caso da casca, sendo possível o aproveitamento na alimentação de ruminantes.

A casca tem um bom potencial de seu uso na alimentação de ruminantes. Ela é constituída de duas camadas o epicarpo que se caracteriza como sendo fina coriácea de cor verde acinzentada. A outra tem uma maior espessura, é branco amarelado e é a parte com mais carnosidade (mesocarpo externo) (MARQUES *et al.*, 2001).

Essa casca por possuir uma maior quantidade de fibras se tem sua maior utilização para alimentação de ruminantes, igualmente do pequi amazônico, o que atualmente tem sido pouco estudado e utilizado para esse fim causando um produto descartado por ainda não ter um destino apropriado desse resíduo.

A casca também apresenta um bom teor de extrato etéreo podendo ser uma boa fonte de energia para esses animais. A importância em torno das fontes de lipídios para ruminantes se dá em um momento muito importante no ciclo produtivo para que os animais possam ser terminados com boa conformação e acabamento de car-

caça, e a utilização desse resíduo podem ajudar os produtores atenderem a essa demanda de mercado.

No tocante a casca do pequiá, o preparo pode ser feito, com secagem ao sol, sobre lonas ou piso concreto limpo, revolvendo até se encontrar totalmente seco e após, ser embalado em sacos e armazenado. Ainda acerca da casca, após este procedimento, poderá ser moída em moinhos e resultar no farelo da casca, que poderá ser utilizado como ingrediente a ser utilizado nas rações para formulação de dietas para alimentação animal, como fonte de carboidratos, fibras para não ruminantes e fonte mineral; no entanto, é importante resultar que pesquisas precisam ser realizadas para possível viabilidade.

Desta forma, a utilização do fruto do piquiá amazônico similarmente do pequi do cerrado, principalmente do seu resíduo (casca), pode contribuir para melhoria dos índices de produção animal, principalmente pequenos e grandes ruminantes, devendo ser explorado e desenvolver mais estudos e pesquisas.

Assim gerando renda e qualidade de vida dos produtores e criadores da região, resgata as atividades tradicionais das famílias que vivem utilizando esse fruto como fonte de renda, além de dar destino correto aos resíduos, contribuindo com sustentabilidade ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O piquiá é um fruto promissor, bem como seus subprodutos, com aspectos nutricionais, organolépticos e químicos com potencial para ser utilizado na alimentação animal, principalmente de ruminantes. Estudos são encorajados no sentido de responder uma lacuna maior, sobre efeito direto no desempenho animal dos seus subprodutos na região Amazônica.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. C. S., DE FIGUEIREDO, D. M., BOARI, C. A., PAIXÃO, M. L., SENA, J. A. B., BARBOSA, J. L. & MOREIRA, K. F. Performance, body measurements, carcass and cut yields, and meat quality in lambs fed residues from processing agroindustry of fruits. **Semina: Ciências Agrárias** (Londrina), v. 36, n. 1, p. 541-555, 2015.
- ALMEIDA, S.P; PROTENÇA, C.E.B; SANO, S.N.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado – espécies vegetais úteis**. Planatina DF, Embrapa, 1998.
- ALVES, R. P.; LEVIS, C.; CLEMENT, C. R. Use and management of piquiá suggest in situ domestication along the Lower Tapajós River, Brazilian Amazonia. **Economic Botany**, v. 70, p. 198-202, 2016.
- BATISTA, G., SOARES, G., SOUSA, G., & MOURA, C. Prospecção fitoquímica e atividades biológicas da espécie amazônica. **Enciclopédia biosfera**, v. 18, n. 38, 2021.
- CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O.; MULLER, C. H. **Propagação do Pequiazeiro**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 25 p. (Embrapa Amazônia Oriental, Comunicado Técnico, 262).
- CHISTÉ, R. C., FREITAS, M., MERCADANTE, A. Z., & FERNANDES, E. The potential of extracts of *Caryocar villosum* pulp to scavenge reactive oxygen and nitrogen species. **Food chemistry**, v. 135, n. 3, p. 1740-1749, 2012.
- CORRÊA, P. G. ; *et al.* Chemical and nutritional characterization of Ambelania duckei (Apocynaceae) an unexplored fruit from the Amazon region. **Food Research International**, v. 163, p. 112290, 2023.
- MARQUES, M. C. S.; *et al.* Estudo biológico dos extratos etanólicos e metanólicos de pequi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE FITOPATOLOGIA, São Pedro. **Fitopatologia Brasileira**, 2001. v. 26, p. 332-332, 2001.
- RIGUEIRA, J. A. **Pequi**: cultivo, caracterização físico-química e processamento. 2003. 62 f. Monografia (Especialização em Qualidade em Alimentos) – Universidade de Brasília, Brasília, 2003.
- RODRIGUES, M. I.; *et al.* Financial variability of the second cutting of forest management in Tapajós National Forest, Brazil. **Forest Policy and Economics**, v. 136, p. 102694, 2022.
- VILAS BOAS, E. V. B. Frutos minimamente processados: pequi. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa, MG. **Anais [...]**. Viçosa: UFV, 2004. p. 122-127.



CAPÍTULO 8



8 Aplicações medicinais, na indústria alimentícia e de cosméticos

CAROLINE COSTA ARAÚJO
BRENDA DINIZ DA ROCHA
ANDREA SOUSA ALMEIDA

INTRODUÇÃO

O interesse mundial por frutas nativas do Brasil vem se intensificando, sendo a Região Amazônica brasileira detentora de uma extensa biodiversidade, abrigando aproximadamente 220 espécies frutíferas, o que representa 44% da diversidade de frutas nativas do país (NEVES *et al.*, 2012). Muitas dessas espécies já são utilizadas pela indústria local e por moradores da região, no entanto, ainda há poucos dados na literatura acerca de suas propriedades químicas e biológicas.

Entre essas frutas, destaca-se o piquiá (*Caryocar villosum*), um fruto com potencial biotecnológico ainda pouco explorado, sendo a polpa, rica em carotenóides, a parte mais utilizada, usualmente consumida após o cozimento ou utilizada no preparo de pratos típicos regionais (CHISTÉ *et al.*, 2012). Além disso, o óleo extraído do mesocarpo ou da semente pode ser utilizado como substituto da manteiga no preparo de alimentos, na fabricação de sabão caseiro e em formulações cosméticas (MAGID *et al.*, 2006). Adicionalmente, existem relatos da utilização do óleo como um anti-inflamatório natural para a prevenção de bronquite, febre, tosse, resfriados e problemas no fígado e no alívio de dores musculares, além do tratamento de dermatofitoses (YAMAGUCHI e SOUZA, 2021; XAVIER *et al.*, 2011; BATISTA *et al.*, 2021). Por conta do alto teor de vitamina A, o fruto *in natura* também

pode ser consumido para prevenir problemas de visão (BATISTA *et al.*, 2021). Devido ao alto teor de óleo presente na polpa e nas sementes, o piquiá também é frequentemente apontado como uma cultura potencial para a produção de biodiesel (HARAND; PINHO; FÉLIX, 2016).

Estudos realizados por Barreto *et al.* (2009) demonstram altas taxas de compostos fenólicos e flavonoides no piquiá quando comparado com outras dezoito frutas tropicais (sendo nove delas encontradas na Região Amazônica), além de presença de atividade antioxidante que retarda a ação de radicais livres. *C. villosum* também se destaca pelo seu elevado conteúdo lipídico e polifenólico (OLIVEIRA *et al.*, 2021). Quanto à composição mineral do piquiá, Berto *et al.* (2015) verificou a presença de ferro, fósforo, cobre, magnésio, zinco e sódio em amostras de frutos de piquiá, constatando alto teor de ferro (9,88 mg/100 g), teores de fósforo entre 4,52 mg/100 g e 382,64 mg/100g e baixa concentração de sódio (2.76 mg/100 g).

Em um contexto de crescente demanda, os subprodutos de processamento de frutas são uma fonte promissora de compostos bioativos, sendo a espécie potencial de ser utilizada na indústria de cosméticos em decorrência da presença de substâncias aromáticas. Essas substâncias se concentram majoritariamente nos frutos do piquiá e tem seu uso agregado a uma nova classe de produtos de higiene pessoal, denominados biocosméticos (SOUZA; YAMAGUCHI, 2019; ROXO *et al.*, 2020).

Atualmente, o maior uso do piquiá é o madeireiro, sendo fundamental que ocorra o melhor aproveitamento da floresta e ampliação das possibilidades de geração de renda às populações tradicionais, por meio do aproveitamento do uso múltiplo para o desenvolvimento sustentável e a diversidade socioprodutiva (YAMAGUCHI e SOUZA, 2021).

Compreender o potencial da biodiversidade, como fonte de biomoléculas de interesse da indústria de biotecnologia, possibilita a criação de estratégias para agregar valor, para que se tornem de interesse (MIRANDA *et al.*, 2019). Nessa linha, o piquiá é utilizado pelas famílias no entorno da floresta e populares com diferentes aplicações, uma vez que muitos componentes da árvore têm algum uso, que varia da culinária à construção. Apesar das inúmeras aplicações e do conhecimento tradicional associado, ainda é realizado artesanalmente, sem uso de tecnologias. Neste sentido, há necessidade de incentivar pesquisas para agregar valor e o aproveitamento dos diferentes subprodutos do piquiá e de outras espécies, visto que são reduzidas o número

de pesquisas sobre a aplicação e o uso de produtos biotecnológicos de espécies Amazônicas (LEAL *et al.*, 2016). E o mais importante, realizar a devolutiva dos resultados às comunidades com o intuito de melhorar suas técnicas o que irá colaborar para o entendimento da necessidade da preservação e conservação do piquiá e de outras espécies.

Diante disso, esse estudo teve como objetivo descrever as aplicações medicinais, na indústria alimentícia e de cosméticos de partes do piquiá.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão bibliográfica, método que consiste em analisar e sintetizar a literatura disponível, gerando discussões e apontando perspectivas futuras, além de demonstrar lacunas a serem preenchidas com novos estudos. Assim, a pesquisa foi executada através de busca nos seguintes bancos de dados: Google Scholar, Science Direct, National Library Medicine (PubMed) e Scientific Electronic Library (SciELO), aplicando nas plataformas a estratégia de busca pelos descritores $\text{p}(iquiá)$ AND (*Caryocar villosum* OR *Caryocar*) AND (óleo de piquiá) \times . Além disso, em função de poucos estudos sobre *C. villosum*, também foram utilizados artigos sobre pequi (*Caryocar brasiliense*) como comparativo para possíveis aplicações do piquiá. Para tal, os descritores “(pequi) AND (*Caryocar brasiliense* OR *Caryocar*) AND (óleo de pequi) \times foram utilizados.

Os critérios de inclusão dos artigos definidos, inicialmente, para a revisão foram: artigos publicados em português ou inglês, com resumo disponível nas bases de dados selecionadas, entre 2006-2023.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar de seu grande potencial biotecnológico e econômico, o piquiá da Amazônia ainda é pouco explorado e poucas são as pesquisas, em sua maioria realizadas no exterior ou em outras regiões do Brasil, e não em instituições situadas na Amazônia Legal. O conhecimento sobre as propriedades e aplicações do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), espécie do Cerrado brasileiro do mesmo gênero do piquiá da Amazônia e com inúmeras similaridades, principalmente do fruto está bem mais avançado com inúmeros trabalhos na literatura especializada. Provavelmente, associado ao maior consumo de

pequi do Cerrado (OLIVEIRA *et al.*, 2021), além da localização geográfica e a proximidade a instituições de pesquisas e pesquisadores,

O pequi do Cerrado é rico em compostos bioativos e também utilizado na culinária local e na medicina popular, podendo servir como base para a produção de conhecimento e possíveis aplicações ainda não exploradas para o piquiá da Amazônia. Apesar das duas espécies apresentarem semelhanças em relação ao fruto e características físicas e químicas gerais, há diferenças, por exemplo, em relação a níveis e tipos de carotenoides (NASCIMENTO-SILVA; NAVES, 2019) e outras tantas ainda não pesquisadas. Em relação às características biométricas do piquiá da Amazônia, da comunidade de Piquiatuba, Flona do Tapajós, em estudo realizado por nosso grupo de pesquisa, Leandro *et al.* (2018) verificaram que seus frutos são maiores e com maior rendimento de polpa que os do pequi do Cerrado. Além disso, o conteúdo de resíduo mineral fixo encontrado na polpa dos frutos sugere potencial de aproveitamento do piquiá como fonte de minerais.

Para a revisão de literatura foram utilizados dezenove artigos científicos sobre o piquiá da Amazônia, vinte e três sobre o pequi do Cerrado e cinco sobre o gênero *Caryocar* que atenderam aos critérios de inclusão previamente estabelecidos.

De forma geral, os artigos demonstram o potencial uso do piquiá da Amazônia como fonte de biomoléculas de interesse farmacológico e alimentício, principalmente em função de suas propriedades químicas e biológicas (Tabela 1).

Tabela 1: Levantamento das aplicações medicinais, alimentícia e cosmética da espécie *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.

Parte utilizada	Aplicação	Referência
Fruto e outros órgãos da planta	Propriedades terapêuticas e nutracêuticas	MIRANDA <i>et al.</i> (2019)
Casca, polpa e sementes	Potencial na produção de sabonete esfoliante	YAMAGUCHI e SOUZA (2021)
Casca do fruto e do caule	Atividade antioxidante e antienvelhecimento	ROXO <i>et al.</i> (2020); BEZERRA (2021); ALMEIDA <i>et al.</i> (2012)
Casca e óleo	Atividade anti-inflamatória e antinociceptiva	SOARES (2018); XAVIER <i>et al.</i> (2011);
Polpa	Melhora no valor nutricional de chocolate	LORENZO <i>et al.</i> (2022)
Folhas	Atividade antimicrobiana	VALENTE (2012)

Fonte: Elaborada pelos autores.

Quanto às características nutricionais e químicas do piquiá, Christé e Mercadante (2012) identificaram altas taxas de água e lipídeos na polpa, além de verificarem a presença ácido gálico, ácido elágico ramnosídeo e ácido elágico como os maiores compostos fenólicos, bem como grandes quantidades dos carotenóides all-trans-anteraxantina e all-trans-zeaxantina. Os autores também constataram a capacidade antioxidante da polpa, com potencial protetor contra radicais peroxil. Estudos fitoquímicos realizados por Almeida *et al.* (2012) revelaram também a presença de flavonoides, taninos e α -tocoferol na polpa de piquiá. Ácidos graxos palmítico, oléico e linoléico também foram encontrados no óleo de piquiá (LORENZO *et al.*, 2020).

A relação entre os efeitos dos componentes bioativos de alimentos e a carcinogênese têm recebido bastante atenção nos últimos anos. Por esse motivo, Almeida *et al.* (2012) verificaram a capacidade do piquiá em proteger contra danos no DNA causados por doxorrbicina, revelando uma relação inversa de dose-resposta entre o piquiá e o dano ao DNA, ou seja, quanto menor a dose de piquiá, maior diminuição no dano ao DNA e vice-versa. Além disso, os autores concluem que, apesar da polpa do piquiá não apresentar genotoxicidade e ter inibido o dano ao DNA, os efeitos protetivos podem depender da dose e das condições experimentais.

Neste mesmo sentido, Roxo *et al.* (2020) utilizaram o nematóide *Caenorhabditis elegans* como um modelo *in vivo* para verificar as atividades antioxidantes e antienvelhecimento de extrato hidroalcoólico de cascas de piquiá, obtendo sucesso na redução intracelular de espécies reativas de oxigênio (ERO). Já Bezerra (2021), em seu estudo sobre a caracterização dos constituintes químicos presentes nos extratos das cascas do caule de piquiá, também verificou potencial antioxidante em seus extratos.

Experimentos em modelos animais demonstraram o efeito anti-inflamatório do óleo fixo de *C. villosum* por via tópica (XAVIER *et al.*, 2011). Os autores concluem que os ésteres de ácidos graxos identificados no óleo fixo foram os responsáveis pela atividade anti-inflamatória, uma vez que compostos com essa característica são capazes de modular respostas inflamatórias agudas e crônicas. Soares (2018) além de verificar a atividade anti-inflamatória do piquiá, também observou atividade antinociceptiva periférica com a modu-

lação do sistema opioidérgico e atribuiu esses efeitos ao ácido gálico e ácido p-cumarilquínico presentes no extrato.

Quanto às aplicações alimentícias, o estudo de Lorenzo *et al.* (2022) obteve sucesso na incorporação de polpa liofilizada ao chocolate amargo, aumentando a qualidade nutricional do produto, além de manter qualidades físicas desejáveis para produção industrial.

Na Tabela 2 são listadas algumas das aplicações medicinais, alimentícias e cosméticas do pequi do Cerrado que podem também subsidiar estudos e possíveis aplicações para o piquiá da Amazônia.

Tabela 2: Levantamento das aplicações medicinais, alimentícias e cosmética da espécie *Caryocar brasiliense* Camb.

Parte utilizada	Aplicação	Referência
Óleo, casca e folhas	Atividade antifúngica	SANTOS; EMATNE (2023); BREDA <i>et al.</i> (2016)
Óleo	Atividade antibacteriana	FERREIRA <i>et al.</i> (2011)
Óleo	Melhora na função cardíaca ex vivo	OLIVEIRA <i>et al.</i> (2017)
Óleo	Efeito anti-inflamatório e analgésico	COUTINHO <i>et al.</i> (2020); JORGE JUNIOR <i>et al.</i> (2020)
Folhas e casca	Atividade inseticida e leishmanicida	PAULA-JUNIOR <i>et al.</i> (2006); BARACHO (2018)
Óleo	Efeito antioxidante	VALE <i>et al.</i> (2019);
Óleo	Proteção contra doenças crônico-degenerativas relacionadas ao envelhecimento	ROLL <i>et al.</i> (2018)
Óleo	Efeito cicatrizante	BEZERRA <i>et al.</i> (2015); RABBERS <i>et al.</i> (2019)
Óleo	Redução dos níveis de colesterol total, LDL-c e colesterol não-HDL	SILVA <i>et al.</i> (2020)
Casca	Atividade antiproliferativa em células de melanoma murino	SILVA <i>et al.</i> (2022)
Casca	Desenvolvimento de farinha para utilização em produtos alimentícios	BEMFEITO <i>et al.</i> (2020)
Óleo e fruto	Conservação de alimentos	BREDA <i>et al.</i> (2017); MOREIRA <i>et al.</i> (2019)
Polpa, casca e semente.	Formulação de cosméticos com atividade antioxidante e fotoprotetora	BRASIL <i>et al.</i> (2022)
Folhas e óleo	Desenvolvimento de sabonetes em barra e líquido	AMARAL <i>et al.</i> (2014); ESCOBAR <i>et al.</i> (2015)

continua...

Parte utilizada	Aplicação	Referência
Folhas e óleo	Desenvolvimento de creme hidratante e antimicrobiano	FARIA <i>et al.</i> (2014); AMARAL <i>et al.</i> (2014)
Pirênio e polpa	Licor de pequi	LEITE <i>et al.</i> (2019)

Fonte: Elaborada pelos autores.

Em estudo com o uso oral de óleo de pequi do Cerrado em ratos, Jorge Junior *et al.* (2020) e Coutinho *et al.* (2020) verificaram atividade antiedemogênica, anti-hiperalgésica e anti-inflamatória. Já o estudo de Bezerra *et al.* (2015) verificaram influência positiva do óleo no processo de reparo de lesões cutâneas em ratos, uma vez que houve maior velocidade de reparo tecidual e níveis menores de inflamação. Rabbers *et al.* (2019) conseguiram desenvolver um biomaterial a partir de óleo de pequi do Cerrado, colágeno e gelatina para utilização em implantes subcutâneos que foi capaz de reduzir o recrutamento de células inflamatórias e aumentar a produção de colágeno em ratos machos adultos. De acordo com os autores, um biomaterial pode ser utilizado para tratar ou substituir qualquer tecido, órgão ou função orgânica, estimulando o crescimento celular e reparo tecidual.

Um outro estudo mostrou que a suplementação de óleo de *C. brasiliense* pode proteger contra anemia, inflamação e estresse oxidativo, ajudando na prevenção de doenças crônico-degenerativas relacionadas ao envelhecimento (ROLL *et al.*, 2018). Ainda sobre *C. brasiliense*, Vale *et al.* (2019) também verificaram potencial protetor contra EROS, o que garante o efeito antioxidante. Já Brasil *et al.* (2022) verificaram que substâncias como ácido clorogênico, ácido p-cumárico, ácido cumaroil quínico e glicosídeo de ácido cafeico podem ser responsáveis por esse potencial antioxidante. Nesse sentido, estudos demonstram a capacidade de desenvolver fitocosméticos a partir do pequi com propriedades de alto fator de proteção solar e livres de toxicidade (BRASIL *et al.*, 2022; PEGORIN *et al.*, 2020).

Outra aplicação é no controle de microorganismos. Valente (2012) observou inibições significativas em fungos, seja no crescimento micelial e na germinação dos conídios de *Fusarium sp.* com extrato etanólico da folha de piquiá da Amazônia. Estudos realizados com *C. brasiliense*, bem mais numerosos e um espectro maior de

microorganismos, podem servir de direcionamento para o piquiá da Amazônia, demonstram também eficácia antimicrobiana. Santos e Ematne (2023) verificaram que o uso de óleo extraído da polpa do pequi (*C. brasiliense*) foi eficiente no controle do crescimento das espécies fúngicas *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus niger* e *Aspergillus ochraceus*. Breda *et al.* (2016) demonstraram que extratos da casca e da folha do pequi foram ativos contra *Alternaria alternata*, *Alternaria solani* e *Venturia pirina* e associaram esse efeito às substâncias anti-fúngicas como ácido gálico, ácido quínico, ácido elágico, glucogalina e corilagina.

Outra aplicação importante foi a atividade inseticida e leishmanicida de extratos hidroetanólicos de *C. brasiliense* contra *Lutzomyia longipalpis* e *Leishmania amazonensis*, vetor e parasita responsáveis pela leishmaniose, respectivamente (BARACHO, 2018; PAULA-JUNIOR *et al.*, 2006). Ferreira *et al.* (2011) e Paula-Junior *et al.* (2006) relataram a capacidade bactericida do óleo e do extrato hidroetanólico de folhas de pequi do Cerrado em cepas patogênicas de *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*.

As características antimicrobianas conferem possibilidade de trocar antimicrobianos sintéticos por naturais em formulações cosméticas. Extratos de pequi obtidos via CO₂ supercrítico demonstraram a possibilidade de criar sabonete líquido e loção para as mãos com ação antimicrobiana e antioxidante (AMARAL *et al.*, 2014). Adicionalmente, Escobar *et al.* (2015) foi capaz de criar sabonete em barra com a incorporação de 3% do óleo de pequi, possuindo boa estabilidade dentro dos parâmetros estudados. Além disso, Faria *et al.* (2014) verificaram capacidade umectante e hidratante de uma formulação cosmética acrescida de 10% de óleo extraído do fruto de *C. brasiliense*.

Quanto ao *C. villosum*, Yamaguchi e Souza (2021) em seu estudo com a utilização biotecnológica da casca, polpa e semente para produção de sabonete esfoliante, constataram que o piquiá pode ser utilizado de forma integral como produto cosmético, resultando em produtos de boa consistência e resistência. Demonstrando, pois, ser uma aplicação promissora por conta das substâncias bioativas preservadas como saponinas, compostos fenólicos, flavonóides, carotenóides e vitaminas C e E (BATISTA *et al.*, 2021). Apesar dos poucos

estudos voltados a utilização de *C. villosum* na indústria cosmética, experimentos já realizados com *C. brasiliense* podem servir como guia para utilização do piquiá da Amazônia em formulações que tenham ação antioxidante, hidratante e até mesmo antimicrobiana.

Na literatura disponível sobre *C. brasiliense* foi possível verificar resultados positivos com a suplementação do óleo em modelos animais, reduzindo as taxas de colesterol total, LDL-c e colesterol não HDL, além de diminuir os níveis de gordura visceral e o índice de adiposidade com suplementação de óleo de oliva e óleo de pequi (SILVA *et al.*, 2020). Tostes *et al.* (2019), por meio de estudos fitoquímicos do óleo fixo obtido do mesocarpo/semente de *C. villosum*, sugere que o óleo pode ser utilizado na alimentação humana para reduzir o colesterol total e colesterol LDL, além da possibilidade de utilização pela indústria cosmética.

Além disso, Oliveira *et al.* (2017), a partir do uso do óleo de pequi do Cerrado, verificaram a melhora da função cardíaca ex vivo em ratos Wistar machos aumentando o relaxamento e contratilidade cardíaca, apesar de não haver alterações significativas nos fatores de risco cardiovascular sistêmico. Já Silva *et al.* (2022) fizeram uma descoberta extraordinária demonstrando a atividade antiproliferativa em células de melanoma murino dos compostos bioativos presentes no pequi.

Devido às características citadas anteriormente, o piquiá da Amazônia e o pequi do Cerrado também podem ser utilizados em formulações alimentícias para garantir qualidade nutricional e segurança do produto. Uma prova disso é o trabalho de Breda *et al.* (2017) em que os autores realizam a adição de revestimento comesável à base de quitosana enriquecido com óleo de pequi do Cerrado em tomates para melhorar a retenção do peso fresco e reduzir a mudança de cor, controlando o crescimento de fungos e aumentando o tempo de prateleira do fruto. Em outro estudo, Moreira *et al.* (2019) verificaram que com a adição de extrato de pequi houve redução de sódio e evitou a proliferação de *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus* spp. e *Escherichia coli* no queijo de cabra Minas Frescal.

A partir dos dados expostos ao longo desta revisão, é possível perceber a importância econômica e biotecnológica do piquiá (*C. villosum*). Infelizmente, a espécie sofre risco de extinção por conta do grande uso para extração madeireira, além de sofrer por conta da dificuldade de propagação, sendo a germinação lenta e desuniforme

(SILVA, 2013). Entretanto, vale ressaltar o potencial socioeconômico associado ao seu uso múltiplo como produto florestal não-madeireiro tanto nos mercados informais como na exportação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O piquiá (*Caryocar villosum*) possui grande potencial biotecnológico, infelizmente ainda pouco explorado. Por conta do maior número de estudos sobre o pequi do Cerrado (*C. brasiliense*) e da proximidade genética com o piquiá da Amazônia, em primeiro momento é possível replicar algumas aplicações e posteriormente, com base no que já se conhece, verificar quais as novas possibilidades para *C. villosum*. Para isso, as pesquisas na Amazônia devem ser fomentadas, com a criação de centros de pesquisas, fixação de pesquisadores e aproveitamento da mão de obra qualificada presente nas universidades. Outro ponto a ser considerado é valor econômico e social que os estudos com essa espécie podem trazer àqueles responsáveis pelo cultivo desta planta.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Mara Ribeiro; *et al.* Antigenotoxic Effects of Piquiá (*Caryocar villosum*) in Multiple Rat Organs. **Plant Foods For Human Nutrition**, [S.L.], v. 67, n. 2, p. 171-177, 6 maio 2012. Springer Science and Business Media LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11130-012-0291-3>.
- AMARAL, Lilian Fb; *et al.* *Caryocar brasiliense* supercritical CO₂ extract possesses antimicrobial and antioxidant properties useful for personal care products. **Bmc Complementary and Alternative Medicine**, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 1-7, 24 fev. 2014. Springer Science and Business Media LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1472-6882-14-73>.
- BARACHO, Amanda de Oliveira. **Avaliação do potencial inseticida de extratos de Caryocar brasiliense (Caryocaraceae) sobre Lutzomyia longipalpis (Diptera: Psychodidae)**. 2018. 55 p. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.
- BARRETO, Gisela P.M.; BENASSI, Marta T.; MERCADANTE, Adriana Z.. Bioactive compounds from several tropical fruits and correlation by multivariate analysis to free radical scavenger activity. **Journal Of The Brazilian Chemical Society**, [S.L.], v. 20, n. 10, p. 1856-1861, 2009. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-50532009001000013>.
- BATISTA, Giovana; SOARES, Gutemberg; SOUSA, Grasiely; MOURA, Clarice. Phytochemical Prospection and Biological Activities of the Amazonian Species *Caryocar*

Villosum. **Enciclopédia Biosfera**, [S.L.], v. 18, n. 38, p. 22-38, 30 dez. 2021. Centro Científico Conhecer. DOI: http://dx.doi.org/10.18677/encibio_2021d40.

BEMFEITO, Carla Martino; *et al.* Nutritional and functional potential of pumpkin (*Cucurbita moschata*) pulp and pequi (*Caryocar brasiliense Camb.*) peel flours. **Journal Of Food Science And Technology**, [S.L.], v. 57, n. 10, p. 3920-3925, 20 jun. 2020. Springer Science and Business Media LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-020-04590-4>.

BERTO, Alessandra; *et al.* Proximate compositions, mineral contents and fatty acid compositions of native Amazonian fruits. **Food Research International**, [S.L.], v. 77, p. 441-449, nov. 2015. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2015.08.018>.

BEZERRA, Gabriela da Silva. Estudo fitoquímico e potencial antioxidante de *Caryocar Villosum* (Aubl.) Pers. (PIQUIÁ). 2021. 138 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021.

BEZERRA, N. K. M. S.; BARROS, T. L.; COELHO, N. P. M. F. A ação do óleo de pequi (*Caryocar brasiliense*) no processo cicatricial de lesões cutâneas em ratos. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, [S.L.], v. 17, n. 42, p. 875-880, 2015. FapUNIFESP (SciELO). DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/14_061.

BRASIL, Giovana Sant'ana Pegorin; *et al.* A Sustainable Raw Material for Phytocosmetics: the pulp residue from the caryocar brasiliense oil extraction. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [S.L.], v. 32, n. 5, p. 827-833, 2 out. 2022. Springer Science and Business Media LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s43450-022-00319-w>.

BREDA, Caroline Alves; *et al.* Phytochemical Analysis and Antifungal Activity of Extracts from Leaves and Fruit Residues of Brazilian Savanna Plants Aiming Its Use as Safe Fungicides. **Natural Products And Bioprospecting**, [S.L.], v. 6, n. 4, p. 195-204, 11 maio 2016. Springer Science and Business Media LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s13659-016-0101-y>.

BREDA, Caroline Alves; *et al.* Effect of chitosan coating enriched with pequi (*Caryocar brasiliense Camb.*) peel extract on quality and safety of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) during storage. **Journal Of Food Processing And Preservation**, [S.L.], v. 41, n. 6, p. 1-8, 2 mar. 2017. Wiley. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/jfpp.13268>.

COUTINHO, Diego de Sá; *et al.* Pequi (*Caryocar brasiliense Camb.*) - Loaded Nanoemulsion, Orally Delivered, Modulates Inflammation in LPS-Induced Acute Lung Injury in Mice. **Pharmaceutics**, [S.L.], v. 12, n. 11, p. 1075, 11 nov. 2020. MDPI AG. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/pharmaceutics12111075>.

CHISTÉ, Renan Campos; FREITAS, Marisa; MERCADANTE, Adriana Zerlotti; FERNANDES, Eduarda. The potential of extracts of *Caryocar villosum* pulp to scavenge reactive oxygen and nitrogen species. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 135, n. 3, p. 1740-1749, dez. 2012. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.027>.

CHISTÉ, Renan Campos; MERCADANTE, Adriana Zerlotti. Identification and Quantification, by HPLC-DAD-MS/MS, of Carotenoids and Phenolic Compounds from the Amazo-

nian Fruit *Caryocar villosum*. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, [S.L.], v. 60, n. 23, p. 5884-5892, 4 jun. 2012. American Chemical Society (ACS). DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/jf301904f>.

ESCOBAR, J. L.; ANDRIGHETTI, C. R.; BRITO, E. R.; VALLADÃO, D. M. S. Development of bar soaps containing pequi oils (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Scientific Electronic Archives**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 73-79, 2015. DOI: 10.36560/922016221. Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/221>. Acesso em: 10 fev. 2023.

FARIA, W. C. S.; DAMASCENO, G. I. A. de B.; FERRARI, M. Moisturizing effect of a cosmetic formulation containing pequi oil (*Caryocar brasiliense*) from the Brazilian cerrado biome. **Brazilian Journal Of Pharmaceutical Sciences**, [S.L.], v. 50, n. 1, p. 131-136, mar. 2014. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1984-82502011000100013>.

FERREIRA, B. S.; *et al.* Comparative Properties of Amazonian Oils Obtained by Different Extraction Methods. **Molecules**, [S.L.], v. 16, n. 7, p. 5875-5885, 13 jul. 2011. MDPI AG. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/molecules16075875>.

HARAND, W.; PINHO, R. S.; FÉLIX, E. L. P. Alternative oilseeds for Northeastern Brazil: unrevealed potential of Brazilian biodiversity, **Revista Brasileira de Botânica**, v. 39, n. 1, p. 169-183, 2016.

JORGE JUNIOR, A.; *et al.* Analgesic and anti-inflammatory effects of *Caryocar brasiliense*. **Anti-Inflammatory & Anti-Allergy Agents In Medicinal Chemistry**, [S.L.], v. 19, n. 3, p. 313-322, 3 set. 2020. Bentham Science Publishers Ltda. DOI: <http://dx.doi.org/10.2174/187152301866190408144320>.

LEAL, J. S.; *et al.* Pequiá-based nanoemulsion highlights an important amazon fruit (*Caryocar villosum* (aubl.) pers.). **Journal of Nanomedicine Research**, v. 4, n. 1, p. 1-4, 2016.

LEANDRO, C. T. B.; DA FONSECA JUNIOR, E. M.; OTANI, F. S.; FELSEMBURGH, C. A. Caracterização biométrica e composição química do fruto de *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. nativo da Amazônia. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 6, p. 295-306, 2018.

LEITE, T. F.; LIMA, J. P. de; PAIVA, C. L. Elaboração e análise físico-química de licor de Pequi com variações na extração alcoólica e concentração de calda. In: VIEIRA, Claudia Regina; ALVES, Érika Endo; PINTO, Maximiliano Soares; OLIVEIRA, Neide Judith Faria de; CARELI, Roberta Torres (ed.). **III Simpósio de Engenharia de Alimentos – SIMEALI**: interdisciplinaridade e inovação na Engenharia de Alimentos. Montes Claros: Ica/Ufmg, 2019. Cap. 49. p. 1251-1258.

LORENZO, N. D.; SANTOS, O. V. dos; LANNES, S. C. da S. Structure and nutrition of dark chocolate with pequi mesocarp (*Caryocar villosum* (Alb.) Pers.). **Food Science And Technology**, [S.L.], v. 42, n. 1, p. 11-111, 2022. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/fst.88021>.

MAGID, A. A.; *et al.* Triterpenoid Saponins from the Fruits of *Caryocar villosum*. **Journal Of Natural Products**, [S.L.], v. 69, n. 6, p. 919-926, 1 jun. 2006. American Chemical Society (ACS). DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/np0600970>.

MIRANDA, P. H. O.; *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.

MOREIRA, Rodrigo V.; *et al.* Short communication: antimicrobial activity of pequi (*caryocar brasiliense*) waste extract on goat minas frescal cheese presenting sodium reduction. **Journal of Dairy Science**, [S.L.], v. 102, n. 4, p. 2966-2972, abr. 2019. American Dairy Science Association. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2018-15268>.

NASCIMENTO-SILVA, N. R. R. do; NAVES, M. M. V. Potential of Whole Pequi (*Caryocar spp.*) Fruit-Pulp, Almond, Oil, and Shell-as a Medicinal Food. **Journal of Medicinal Food**, [S.L.], v. 22, n. 9, p. 952-962, 1 set. 2019. Mary Ann Liebert Inc. DOI: <http://dx.doi.org/10.1089/jmf.2018.0149>.

NEVES, L. C.. Characterization of the antioxidant capacity of natives fruits from the Brazilian Amazon Region. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S.L.], v. 34, n. 4, p. 1165-1173, dez. 2012. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-29452012000400025>.

OLIVEIRA, I. P. de; LIMA, F. F. de; SPADOTI, L. M.; LESCANO, C. H. *Caryocar brasiliense Camb.*, *C. villosum* (Aubl.) and *C. coriaceum* Wittm. **Fruits of the Brazilian Cerrado**, [S.L.], p. 53-77, 2021. Springer International Publishing. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-62949-6_4.

OLIVEIRA, L. G. *et al.* *Caryocar brasiliense* oil improves cardiac function by increasing Sercaza/PLB ratio despite no significant changes in cardiovascular risk factors in rats. **Lipids in Health and Disease**, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 1-8, 8 fev. 2017. Springer Science and Business Media LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s12944-017-0422-9>.

PAULA-JUNIOR, W. de, *et al.* Leishmanicidal, antibacterial, and antioxidant activities of *Caryocar brasiliense Cambess* leaves hydroethanolic extract. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [S.L.], v. 16, p. 625-630, dez. 2006. Springer Science and Business Media LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-695x2006000500007>.

PEGORIN, G. S.; *et al.* Development of a Phytocosmetic Enriched with Pequi (*Caryocar brasiliense Cambess*) Oil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, [S.L.], v. 63, p. 111, 2020. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4324-2020190478>.

RABBERS, A.S., *et al.* Additive effect of pulp pequi oil (*Caryocar brasiliense Camb.*) on the biocompatibility of collagen and gelatin membranes in subcutaneous implants. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.L.], v. 71, n. 3, p. 811-818, jun. 2019. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-10412>.

ROLL, M. M.; *et al.* The pequi pulp oil (*Caryocar brasiliense Camb.*) provides protection against aging-related anemia, inflammation and oxidative stress in Swiss mice, especially in females. **Genetics And Molecular Biology**, [S.L.], v. 41, n. 4, p. 858-869, dez. 2018. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4685-gmb-2017-0218>.

ROXO, M.; *et al.* Piquiá Shells (*Caryocar villosum*): a fruit by-product with antioxidant and antiaging properties in *Caenorhabditis elegans*. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2020, 2020.

SANTOS, Fernanda Stefhany Alves; EMATNE, Michelle Ferreira Terra. Efeito antifúngico do óleo essencial de pequi (*Caryocar brasiliense*). **Recital - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/Mg**, [S.L.], v. 4, n. 3, p. 41-59, 18 jan. 2023. Instituto Federal do Norte de Minas Gerais. DOI: <http://dx.doi.org/10.46636/recital.v4i3.320>.

SILVA, G. T.; *et al.* *Caryocar brasiliense Cambess.* Pulp Oil Supplementation Reduces Total Cholesterol, LDL-c, and Non-HDL-c in Animals. **Molecules**, [S.L.], v. 25, n. 19, p. 4530, 3 out. 2020. MDPI AG. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/molecules25194530>.

SILVA, J. N. B.; *et al.* *Caryocar brasiliense Camb.* fruit peel butanolic fraction induces anti-proliferative effects against murine melanoma cell line. **Phytomedicine Plus**, [S.L.], v. 2, n. 2, maio 2022. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.phyplu.2022>.

SILVA, S. **Árvores nativas do Brasil**. Ed. Europa. 2013, v. 1, 168 p.

SOUZA, E. S.; YAMAGUCHI, K. K. L. Uso de piquiá (*Caryocar villosum*) como fonte de produtos cosméticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 59., 2019, João Pessoa. **Uso de piquiá (*Caryocar villosum*) como fonte de produtos cosméticos**. Paraíba: Associação Brasileira de Química, 2019 trabalho 1426. Disponível em: <https://www.abq.org.br/cbq/2019/trabalhos/9/index.html>. Acesso em: 10 fev. 2023.

SOARES, G. L. **Avaliação farmacológica das atividades antioxidante, antinociceptiva e anti-inflamatória de extratos de *Caryocar villosum* em ensaios in vitro e in vivo**. 2018. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

TOSTES, L. de C. L.; *et al.* Anatomical aspects and phytochemical potential of *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. (pequiá). **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 5, n. 11, p. 25807-25829, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv5n11-235>.

VALE, A. F.; *et al.* Antioxidant effect of the pequi oil (*Caryocar brasiliense*) on the hepatic tissue of rats trained by exhaustive swimming exercises. **Brazilian Journal Of Biology**, [S.L.], v. 79, n. 2, p. 257-262, abr. 2019. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.180015>.

VALENTE, P. M. R. **Potencial fungicida de extrato foliar de *Caryocar villosum* (AUBL.)** Pers (Caryocaraceae). 2012. 87 p. Dissertação(Mestrado em Biotecnologia e Recursos Naturais da Amazônia) – Escola Superior de Ciências da Saúde, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2012.

YAMAGUCHI, K. K. L.; SOUZA, E. S. Uso de piquiá (*Caryocar villosum*) como fonte de produtos biotecnológicos: Piquia fruit (*Caryocar villosum*) as biotechnological products. **Revista Ensino, Saúde e Biotecnologia da Amazônia**, p. 18-27, 2021.

XAVIER, W. K. S.; *et al.* Topical anti-inflammatory action of *Caryocar villosum* oil (Aubl) Pers. **Journal Of Applied Pharmaceutical Science**, [S. L.], (1)3, p. 62-67, maio 2011. Disponível em: <https://imsear.searo.who.int/handle/123456789/150762>. Acesso em: 10 fev. 2023.



CAPÍTULO 9



9 Uso da madeira de piquiá no ecodesign de móveis

JULIANA MENDES DE OLIVEIRA
ROMMEL NOCE

INTRODUÇÃO

A madeira de piquiá, *Caryocar villosum*, da família Caryocaraceae, vem a cada dia ganhando mercado e sendo utilizada na produção de móveis. Apresentando design diferenciado devido às suas características e figura únicas.

O piquiá ocorre, principalmente, na Amazônia em matas de terra firme, mas também é encontrada em localidades da região Nordeste e até no Mato Grosso. Pode atingir de 20 a 40 metros de altura e de 0,9 a 1,8 m de diâmetro. Caracterizado pela coloração amarelada (2,5Y 8/4), grã reversa e figura tangencial de aspecto fibroso atenuado, causado pelo destaque do parênquima axial, das linhas vasculares e das fibras. A madeira do piquiá é considerada de médio valor econômico e ainda pouco utilizada em sua totalidade devido às suas características (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2023).

No entanto, a busca por produtos sustentáveis e a valorização das madeiras amazônicas tornou o piquiá uma das espécies utilizadas pelos designers brasileiros. Principalmente por suas características físicas e organolépticas favorecem seu uso no *ecodesign* (TORA BRASIL, 2023).

A palavra *ecodesign*, apesar de muito utilizada no meio acadêmico, ainda gera dúvidas quanto ao seu significado; sua

compreensão gera inúmeras interpretações. Mesmo a palavra sendo autoexplicativa (*design* = projeto e *eco* = critérios ecológicos), o termo sintetiza um grande conjunto de atividades projetuais que tendem a enfrentar os temas postos pela questão ambiental. A extensão da problemática ambiental e a transversalidade dos temas envolvidos no ato de projetar, desde a escolha da matéria-prima, método de produção, embalagem e transporte, faz com que o termo *ecodesign* tenha um uso bastante abrangente (MANZINI, VEZZOLI, 2016).

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar uma pesquisa descritiva sobre as características tecnológicas da madeira de piquiá, *Caryocar villosum*, e sua utilização como matéria-prima no *ecodesign*.

MATERIAL E MÉTODOS

Pesquisa descritiva das características tecnológicas

A pesquisa descritiva foi feita por meio de coleta de dados bibliográficos pautados em artigos científicos, base de dados nacionais e internacionais, bem como livros.

Utilização do piquiá como matéria prima

Implementada com base em relatos levantados com madeireiros e marceneiros e ecodesigner nas cidades de Santarém e Belterra, PA, sobre a usinabilidade, características e utilizações da madeira de piquiá. Foi realizado um estudo de caso com base nessas informações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características tecnológicas da madeira de piquiá

Dentre as fontes mais confiáveis sobre os dados de caracterização de madeiras brasileiras, o Serviço Florestal Brasileiro, oferece através do Laboratório de Produtos Florestais uma caracterização completa da madeira de piquiá (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2023). A caracterização das propriedades físico-mecânicas do piquiá ainda são pouco estudadas, restringindo-se a trabalhos de conclusão de curso e algumas dissertações de mestrado. Segue abaixo as características da madeira de *Caryocar villosum*.

Nome científico: *Caryocar villosum*

Família: *Caryocaraceae*

Nomes Comuns: Ameixa-do-peru, Amêndoа-de-espinho, Amêndoа do-brasil, Amêndoа-do-peru, Grão-de-cavalo, Pequi, Pequi-rosa, Pequi-roxo, Piquiá, Piquiá-branco, Piquiá-bravo, Pequiá-etê, Pequiá-verdadeiro, Pequiá-vermelho, Pequiarana, Pequiarana-da-terra, Pequirana, Petiá, Piqui, Piqui-rosa, Piquiá, Piquiá-bravo, Piquiá-etê, Piquiá-verdadeiro, Piquiarana, Piquiarana-da-terra, Ruamahi, Suari, Uaicá, Vinagreiro.

Características Gerais:

Cerne/alburno: distintos;
Espessura do alburno: 2,5 a 7,0 cm;
Cor do cerne: marrom-pálido a marrom-muito-pálido;
Cor do alburno: branco a amarelo-pálido;
Camadas de crescimento: pouco distintas;
Grã: revessa;
Textura: média;
Figura tangencial: de aspecto fibroso, causado pelas linhas vasculares pouco destacadas;
Figura radial: pouco destacada, devido às linhas vasculares;
Brilho: ausente;
Cheiro: imperceptível;
Resistência ao corte transversal manual: moderadamente dura;
Preservação: alburno: muito fácil de tratar com creosoto; cerne: não tratável com creosoto e nem com CCA-A;
Secagem em estufa: muito lenta, apresentando pequena tendência ao encanoamento e encurvamento médios e às rachaduras superficiais, arqueamento e colapso fortes. Moderada tendência ao torcimento forte.

Dentre as características acima descritas, pode-se destacar a grã reversa e a resistência ao corte manual moderadamente dura. Essas características, em primeira vista, podem caracterizar uma madeira de difícil usinagem. Na Tabela 1 são apresentados os resultados da trabalhabilidade da madeira para alguns tipos de usinagem.

Tabela 1: Trabalhabilidade da madeira de piquiá quanto ao acabamento superficial e defeitos em plaina moldureira, lixa de cinta estreita, torno e broca.

Resultados	Plaina Moldureira	Lixa de Cinta Estreita	Torno	Broca
Acabamento Superficial	Regular	Regular	Ruim	Excelente
Defeito	Arrancada e felpuda	Felpuda	Arrancada e felpuda	Aceitável

Fonte: Serviço Florestal Brasileiro, 2023.

Os resultados indicam que, assim como outras madeiras amazônicas, o piquiá apresenta um acabamento superficial de regular a ruim, típicos de madeiras duras. A Tabela 2 apresenta a retenção e penetração de preservativos da madeira do piquiá.

Tabela 2: Retenção e penetração de preservativos da madeira de piquiá.

Preservativo	Retenção (kg/m ³)	
	Alburno	Cerne
CCA-A	-	0,68
Creosoto	261,10	32,40

Obs.: A retenção do creosoto é expressa em quilograma de solução por metro cúbico de madeira e a do CCA-A em quilograma de ingredientes ativos por metro cúbico de madeira.

Fonte: Serviço Florestal Brasileiro, 2023.

A Tabela 3 apresenta as propriedades físicas da madeira de piquiá.

Tabela 3: Propriedades físicas da madeira de piquiá.

Densidade (g/cm ³)			Contração-saturada seca em estufa (%)			Contração tangencial/contração radial	
Seca	Verde	Básica	Aparente	Tangencial	Radial	Volumétrica	
0,72	1,17	0,63	0,78	8,50	4,30	12,60	1,98

Fonte: Serviço Florestal Brasileiro, 2023.

A madeira de piquiá apresenta uma densidade aparente de 0,78 g/cm³, considerada de alta densidade. Isso explica a dificuldade de penetração de preservativos no cerne da madeira. Tal característica não impede sua utilização, uma vez que madeiras duras são naturalmente resistentes.

As Tabelas 4, 5, 6 e 7 apresentam as propriedades mecânicas da madeira de piquiá.

Tabela 4: Flexão estática da madeira de piquiá.

Condição	Flexão estática (kgf/cm ²)	
	Módulo de Ruptura	Módulo de Elasticidade (x 1.000)
Verde	743,00	100,00
Seca	1018,00	114,00

Fonte: Serviço Florestal Brasileiro, 2023.

Tabela 5: Compressão paralela às fibras e compressão perpendicular às fibras de madeira piquiá.

Condição	Compressão (kgf/cm ²)	
	Paralela às Fibras Resistência à ruptura	Perpendicular às fibras Resistência no Limite Proporcional
Verde	322,00	91,00
Seca	474,00	95,00

Fonte: Serviço Florestal Brasileiro, 2023.

Tabela 6: Dureza Janka da madeira de piquiá.

Condição	Dureza Janka (kgf)	
	Paralela às Fibras	Transversal às Fibras
Verde	372,00	392,00
Seca	496,00	514,00

Fonte: Serviço Florestal Brasileiro, 2023.

Tabela 7: Tração perpendicular às fibras, fendilhamento, cisalhamento e extração de pregos.

Condição	Tração (kgf/cm ²)	Fendilhamento (kgf/cm)	Cisalhamento (kgf/cm ²)	Extração de pregos (kgf)
	Perpendicular às Fibras	Resistência à Ruptura	Resistência à Ruptura	Paralelas às Fibras
	Resistência à Ruptura			
Verde	55,00	64,00	103,00	79,00
Seca	56,00	58,00	124,00	

Fonte: Serviço Florestal Brasileiro, 2023.

As propriedade físico-mecânicas da madeira de piquiá sugere uma madeira de usinabilidade regular a difícil, porém muito resistente e que não necessita de tratamentos para aumentar sua resistência.

O Serviço Florestal Brasileiro (2023) classifica a cor do cerne do piquiá como marrom, já alguns autores classificam como um tom de amarelo. Essa diferença de coloração é natural de acordo com o indivíduo estudado. A Figura 1 mostra a tonalidade da cor da madeira com acabamento selador.

Figura 1: Tonalidade da madeira do piquiá.



Fonte: Juliana Mendes de Oliveira

Segundo Melo e Camargos (2016), é uma madeira utilizada para embarcações (convés, defensa, quilha e casco de barco), canoas, escultura, pequenos objetos, raquetes (tênis, frescobol e tênis de mesa). Também empregada em revestimentos como forros e lambris.

O design brasileiro e a busca pelo ecodesign

O design brasileiro, a partir do Movimento Modernista, foi considerado um dos mais complexos e criativos do mundo. No auge desse período, criações de Lucio Costa, Joaquim Tenreiro, Oscar Niemeyer e posteriormente consolidado por Zanine Caldas, Lina Bo Bardi e Sergio Rodrigues, ganharam o mundo. Essa geração de designers inspirou e consolidou o design no Brasil (BORGES, 2013).

Durante o século XX, o design do móvel brasileiro amadurece e chega a atualidade com grande diversidade. No entanto, um novo movimento se consolida, paralelamente, à da produção em massa: o do móvel autoral, “irrepetível”, muitas vezes chegando ao status de

obra de arte, como é o caso do designer Hugo França, que trabalha com aproveitamento de madeira (BORGES, 2013).

Paralelamente a crescente preocupação com a melhoria do meio ambiente surge um novo modelo de produção ambientalmente sustentável e economicamente viável. Alimentado tanto pela força da legislação como por um mercado cada vez mais exigente (VENZKE, 2002).

A definição de ecodesign proposta por Fiksel (1996) aponta algumas práticas relacionadas ao setor como: recuperação de materiais, redução de matérias-primas na fonte, recuperação e reutilização de resíduos, uso de formas de energia renováveis e utilização de materiais renováveis. Outro aspecto importante a ser abordado é quanto à escolha dos recursos e processos de baixo impacto ambiental, assim como a vida útil do bem que foi produzido. Para Manzini e Vezzoli (2016) todo esforço para melhorar qualquer um dos aspectos anteriormente citados, já pode fazer com que o produto seja considerado sustentável. Dentro deste contexto, a escolha de um material de baixo impacto é fundamental. O uso da madeira vem a cada dia ganhando mais valorização devido ao seu baixo índice de impacto ambiental para a sua produção em relação a outros materiais como o cobre, o aço e o cimento (MANZINI, VEZZOLI, 2016).

Designers brasileiros consagrados como Zanini de Zanine (filho de Zanine Caldas), Hugo França, Paulo Alves, Fernando Mendes, Caros Motta e Alessandra Delgado vêm cada dia explorando mais o uso e a diversidade das madeiras nativas brasileiras, levando ao mundo a utilização de novas espécies florestais, antes com baixo valor no mercado.

Utilização da madeira de piquiá como matéria-prima

O estudo de caso com madeireiros, marceneiros e ecodesigner geraram dados que muitas vezes não são encontrados na literatura sobre o uso do piquiá. As informações foram organizadas em abate, usinagem e utilização.

Sobre o abate, foi observado que o maior desafio está no fato de a árvore possuir uma substância urticante entre a casca e o cerne. Foi relatado que mesmo utilizando roupas de proteção, muitas vezes as vestes têm que ser descartadas após o abate, porque mesmo

lavando continua com o efeito da urtiga. Um marceneiro relatou que já presenciou uma reação alérgica na boca e olhos de um funcionário, depois da utilização de serra circular na madeira de piquiá, apresentando forte inchaço e coceira. Foi relatado que a madeira de Ipê também apresenta a substância urticante, no entanto, em menor concentração. No desdobra secundário e produção de móveis a urtiga ainda está presente. Mesmo depois de seca a madeira ainda apresentaria, conforme os relatos, a substância urticante, mas em menor intensidade. Um dos participantes, que trabalha com resíduo florestal, e com árvores que já foram abatidas há muitos anos, relatou que após 5 anos do abate da árvore, ainda assim alguns funcionários sentem a urtiga.

Para os madeireiros e marceneiros que participaram a madeira de piquiá é considerada uma madeira branca (porque a coloração dela é realmente mais clara, se comparada com madeiras como o ipê, maçaranduba e cumaru), de densidade média e usinabilidade de fácil a moderada. Vale ressaltar que é a percepção dos participantes do estudo de caso, o que é muito interessante. Por estarem acostumados a trabalhar com madeiras muito duras na região, eles consideram a usinagem do piquiá relativamente fácil e a densidade média, o que difere da literatura.

Foi relatado que o lixamento da madeira de piquiá é um pouco mais difícil do que a maioria das madeiras amazônicas. Por ela possuir uma grã reversa, as fibras da madeira, após desdobra primário, se apresentam em várias direções, o que dificulta o lixamento. A Figura 2, mostra os detalhes de como as fibras ficam logo após o desdobra primário.

Figura 2: Detalhe de como as fibras da madeira se dispõe em várias direções, o que dificulta o lixamento da madeira de piquiá.



Fonte: Juliana Mendes de Oliveira

Mas todos foram unâimes em relatar que mesmo com essa dificuldade o lixamento apresenta bons resultados, como pode ser verificado na Figura 3. A madeira aceita pregos e parafusos muito bem.

Figura 3: Peça produzida pelo Natural Arte Atelier, em piquiá. Qualidade do lixamento.



Fonte: Angelo Ricardo Sousa Chaves.

Ainda na usinagem da madeira, outro fator apontado pelo estudo foi a tendência ao encanoamento e encurvamentos fortes, que difere ligeiramente da literatura (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2023). Relataram que a madeira de piquiá não serve para ser utilizada em peças de espessuras pequenas, porque, mesmo seca, ela sofre algum tipo de encurvamento, encanoamento ou arqueamento. Esse é o motivo, apontado de que o piquiá é, geralmente, utilizado em peças maiores e robustas. As Figuras 4 e 5 mostram alguns exemplos do uso do piquiá.

Figura 4: Tampo de mesa de piquiá em marcenaria. Espessura de 12cm. Comprimento de 4m.



Fonte: Juliana Mendes de Oliveira

Figura 5: Banco em piquiá. Espessura de 10cm. Natural Arte Atelier.



Fonte: Angelo Ricardo Sousa Chaves.

Na questão da utilização da espécie, o estudo verificou que o uso é bastante versátil. Principalmente para quem trabalha com o ecodesign, foi relatado que das espécies florestais locais, o piquiá, talvez seja a que gere um melhor aproveitamento. Já que as diversas partes da árvore podem ser utilizadas como: raízes, nós, cerne e galhos. Devido às suas grandes dimensões, figura única e aos desenhos formados pelos nós, sua utilização é bastante ampla. A Figura 6 mostra uma mesa de centro feita a partir de uma raiz de piquiá. A figura dos veios gera um desenho único.

Figura 6: Mesa de centro em piquiá.



Fonte: Juliana Mendes de Oliveira

As Figuras 7, 8 e 9, mostram desde o desdobro de um galho (área de formação de um grande nó) até o produto final.

Figura 7: Desdobro de um galho, considerado resíduo florestal. Natural Arte Atelier.



Fonte: Angelo Ricardo Sousa Chaves.

Figura 8: Processo de lixamento da peça. Natural Arte Atelier.



Fonte: Angelo Ricardo Sousa Chaves.

Figura 9: Produto final acabado. Natural Arte Atelier.



Fonte: Angelo Ricardo Sousa Chaves

Os galhos menores do piquiá também podem ser utilizados na marcenaria, principalmente quando se pensa no ecodesign e na escolha de materiais, que, de outras formas, seriam considerados resíduo da exploração florestal. A Figura 10 apresenta uma escultura feita com um galho que piquiá. Devido à qualidade do tecido lenhoso da espécie, até galhos de menores dimensões podem ser aproveitados.

Figura 10: Escultura desenvolvida pelo Natural Arte Atelier.



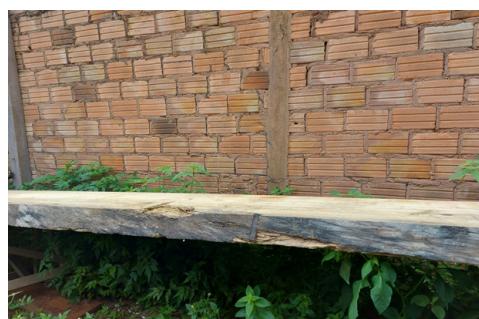
Fonte: Juliana Mendes de Oliveira

Na região estudada a madeira de piquiá não atinge valores tão elevados quanto outras madeiras nobres como o ipê, o cumaru e o cedro. Segundo os relatos isso se dá (além das características anteriormente citadas) pela madeira apresentar uma grande quantidade de nós, o que não é apreciado por alguns consumidores. No Brasil, ainda há uma preferência por madeiras com desenhos mais lisos e uniformes, o que vem mudando ao longo dos anos, mas que já é uma realidade em países da Europa, Canadá e Estados Unidos, onde madeiras de desenhos únicos são cada vez mais apreciadas.

Infelizmente, apesar de ser uma madeira de altíssima qualidade, na região, segundo relatos dos participantes, ela ainda é utilizada para fazer cercas e moirões em fazendas. Um destino bem menos nobre do potencial de uso da espécie. Dentro dos conceitos do ecodesign e do desenvolvimento de produtos sustentáveis (FIK-SEL, 1996 e MANZINI, VEZZOLI, 2016) um dos desafios é a escolha de materiais com baixo impacto de produção, utilização de resíduos e aumento da vida útil dos produtos. Nesse contexto, a utilização integral da árvore de piquiá é vantajosa. Poucas espécies madeireiras oferecem essa gama de uso desde a raiz até os galhos.

Outro uso apontado pelo estudo foi no de embarcações. A madeira é muito apreciada na região para a construção das partes que ficam em contato com a água, no casco. Devido à boa resistência à água e também a uma característica da madeira, a de não sofrer rachaduras ao impacto (fendilhamento). A madeira do piquiá ao sofrer um impacto é esmagada; não racha, o que é bastante interessante para embarcações. A Figura 11 mostra o resultado de um impacto lateral em uma peça de madeira de piquiá.

Figura 11: Dano causado pelo impacto lateral em uma peça de piquiá.



Fonte: Juliana Mendes de Oliveira

Como pode ser observado na Figura 11, a peça sofre um esmagamento, mas ela não racha e rompe, o que é muito vantajoso para embarcações, onde os impactos na navegação nos rios da região são frequentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A madeira de piquiá é muito versátil para a utilização na fabricação de móveis. Considerando-se o ecodesign, ela é especialmente vantajosa, já que todas as partes da árvore podem ser aproveitadas, inclusive raízes e galhos. Possui o potencial de contribuir com um dos desafios do manejo das florestas que é dar destino econômico ao resíduo da produção, contribuindo dessa forma, para atender critérios tanto da legislação, como de certificação, potencializando a agregação de valor em toda a cadeia produtiva.

Suas características tecnológicas são compatíveis para o uso no setor moveleiro, já que possui desenho único, característica mecânicas adequadas, apresenta boa resistência e usinagem.

Dentre os desafios para o uso destacam-se: tendência ao encurvamento, encanoamento e arqueamento, substância urticante presente na casca e lixamento.

O conhecimento científico e tecnológico da espécie é de extrema importância para a utilização correta de sua madeira, tornando-se essencial estudos sobre a espécie e suas utilizações.

AGRADECIMENTOS

Aos madeireiros e marceneiros que se dispuseram a participar desta pesquisa, em especial ao Angelo Ricardo Sousa Chaves do Natural Arte Atelier que além de detalhar o uso da madeira de piquiá pelo Atelier, disponibilizou várias imagens para serem utilizadas no artigo.

REFERÊNCIAS

BORGES, A; HERKENHOFF, P; CARDOSO, R. **Móvel brasileiro contemporâneo**. Rio de Janeiro: Aeroplano Editora, 2013.

FIKSEL, J. **Design for environment: creating eco-efficient products and processes**. New York: McGraw-Hill, 1996.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis** – Os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Edusp, 2016.

MELO, J.E.; CAMARGOS, J.A.A. **A madeira e seus usos**. Brasília: SFB/LPF/MMA, 2016.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Laboratório de Produtos Florestais - LPF**. Brasília, 2023. Disponível em: https://lpf.florestal.gov.br/pt-br/?option=com_madeirasbrasil&view=especieestudada&especieestudadaid=55. Acesso em: 01 fev. 2023.

TOURA BRASIL. **Tora Brasil**: o design na sua mais pura forma, 2023. Página inicial. Disponível em: <https://torabrasil.com.br/pt/>. Acesso em 01 fev. 2023.

VENZKE C.S. O ecodesign no setor moveleiro do Rio Grande do Sul. **Read**, São Leopoldo, v. 8, n. 6, p. 02-13, dez. 2002.



Sobre os autores

Alan Kelbis Oliveira Lima

Natural de Santarém/PA, biotecnologista formado pela Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa - 2017). Mestre em Nanociência e Nanobiotecnologia pela Universidade de Brasília (UnB - 2019); especialista em Oncologia pela Faculdade Única (FUNIP/MG -2022) e doutorando em Biologia Animal pela UnB (em andamento). Atuou como monitor em Laboratório de Fitoquímica e em disciplinas de Química Geral e Química Orgânica na Ufopa. Além disso, realizou mobilidade acadêmica no Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC - 2014), desenvolvendo estudos em síntese orgânica visando aplicações no tratamento de doenças tropicais e estágio profissional na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia em Brasília/DF no Laboratório de Nanobiotecnologia realizando estudos de obtenção de nanopartículas de prata (AgNPs) por rotas de síntese verde utilizando plantas amazônicas (2016). Tem experiência na área de biotecnologia, síntese química orgânica e inorgânica, nanobiotecnologia com ênfase na síntese de nanopartículas poliméricas, nanopartículas magnéticas e na terapia fotodinâmica (TFD) aplicando os nanossistemas para o tratamento antimicrobiano e de carcinomas. Atualmente desenvolve pesquisas que visam a síntese, caracterização e atividades biológicas *in vitro* e *in vivo* de AgNPs obtidas por rotas de síntese verde utilizando plantas nativas da Amazônia com interesse no estudo de produtos naturais aplicados à saúde e ao meio ambiente.

Contato: kelbislima@gmail.com

Andrea Sousa Almeida

Natural de Santarém-PA, estudou o ensino médio na Escola Estadual Álvaro Adolfo da Silveira, Graduanda no curso de Bacharelado em Biotecnologia da Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa).

Contato: andreibiotec2017@gmail.com

Andressa Jaqueline Viana de Sousa

Natural do município de Santarém-PA, possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Oeste do Pará, concluída em 2018. Atualmente compõe o corpo discente do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia, com titulação de Mestre em Ciências Ambientais, da Universidade Federal do Oeste do Pará, com pesquisa voltada para a descrição ecofisiológica e macromorfológica de espécies da família Arecaceae.

Contato: andressa-viana8@hotmail.com

Beatriz dos Santos de Oliveira

Natural de Oriximiná-Pa. Possui o Ensino Médio-Técnico em Meio Ambiente pela Escola de Ensino Técnico do Estado do Pará - EETEPA Oriximiná. Graduação em andamento no curso de Bacharelado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa), onde atua como bolsista PIBIC-FAPESPA do projeto “Formação de recursos humanos qualificados e difusão científica na Amazônia”.

Contato: beatriz.oliveira500.be@gmail.com

Brenda Diniz da Rocha

Natural de Santarém-PA. Graduanda do curso de Bacharelado em Biotecnologia pela Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa). Trabalha em atividades de extensão e pesquisa no laboratório de Estudos de Ecossistemas Amazônicos (LEEA), atuando nos seguintes temas: biotecnologia vegetal e fisiologia. Atualmente é bolsista de Iniciação Científica da Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisa (FAPESPA), desenvolvendo pesquisa voltada à avaliação de métodos de armazenamento de sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.).

Contato: dinizbrenda892@gmail.com

Carolina Costa Araújo

Acadêmica do curso de Biotecnologia na Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa). Atuou como monitora de iniciação à docência nos Projetos “Métodos para melhorar as aulas teórico-práticas da disciplina Fisiologia vegetal” e “Estratégias de ensino-aprendizagem nas disciplinas de Bioquímica, Cultura de Tecidos Vegetais e Fisiologia Vegetal dos cursos de graduação do IBEF”. Atualmente é bolsista de iniciação científica da FAPESPA com projeto de pesquisa relacionado à tolerância a dessecção na germinação de sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.).

Contato: carolinacstn@gmail.com

Cecila Leal de Sousa

Nasceu em Santarém-PA, no ano de 1999. Graduanda do curso de Bacharelado em Biotecnologia pela Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa). Atuou como discente voluntária (2021-2022) e bolsista Pibex (2022-2023) no projeto de extensão “Atividades Lúdicas: uma abordagem diferenciada para o processo de ensino-aprendizagem em Biologia”. Interessa-se pelas áreas de Bioquímica, Biologia, Fermentação, Microbiologia, Genética e Tecnologia de alimentos.

Contato: cecilaleal13@gmail.com

Claudione Sousa Cunha

Natural de Prainha-PÁ, agrônomo pela Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa). Foi monitor da disciplina de Fisiologia Vegetal e bolsista de Iniciação Científica em projetos com o piquiá (*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.). Atualmente é gerente do viveiro São Miguel, na produção de mudas cítricas, na região de Santarém-PA.

Contato: Cladiocunha1083@gmail.com

Cléo Rodrigo Bressan

Possui Bacharelado em Ciências Biológicas, com ênfase em Botânica, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS -1997) e, em nível de pós-graduação, mestrado em Biotecnologia (2007) e doutorado em Engenharia Química (2012), ambos pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Atualmente é professor adjunto nos cursos de Bacharelado em Biotecnologia e Bacharelado em Ciências Agrárias do Instituto de Biodiversidade e Florestas da Universidade Federal do Oeste do Pará, onde vem desenvolvendo atividades na área de tratamento biológico de resíduos, com foco no uso de processos anaeróbios e células a combustível microbianas. Paralelamente, vêm desenvolvendo também trabalhos em relação à exploração de recursos amazônicos vegetais e microbiológicos passíveis de serem utilizados na elaboração de bebidas fermentadas.

Contato: cleorb@gmail.com

Cristina Aledi Felsenburg

Natural do Rio de Janeiro -RJ, é Engenheira Florestal, pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Mestre em Ciências de Florestas Tropicais pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e Doutora em Ecologia Aplicada pela Universidade de São Paulo (USP), tem Pós-doutorado na Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Divisão de Funcionamento de Ecossistemas Tropicais. Professora associada III da Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa), no Instituto de Biodiversidade e Florestas (IBEF), lotada no curso de Engenharia Florestal, responsável pelas disciplinas de Botânica e Dendrologia. Desenvolve projetos de pesquisas voltados para a área de Ecologia Aplicada.

Contato: crisalefel@gmail.com

Élcio Meira da Fonseca Júnior

Natural de Montes Claros-MG. Biólogo pela Universidade Estadual de Montes Claros (Uni-Montes), é Mestre e Doutor em Fisiologia Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), com Pós-doutorado em Microbiologia Agrícola pela UFV. Professor associado II da Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa), no Instituto de Biodiversidade e Florestas (IBEF), lotado no curso de Biotecnologia, responsável pelas disciplinas de Bioquímica, Fisiologia Vegetal e Cultura de Tecidos Vegetais. Desenvolve pesquisas com plantas da Amazônia e bioeconomia, destacando-se o piquiá (*Caryocar villosum* (Aubl) Pers.), o camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) e o açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). Colabora em projetos de pesquisa e extensão com plantas medicinais e no Biobanco de actinobactérias da Amazônia de interesse biotecnológico para desenvolvimento de bio-inssumos vegetais.

Contato: elcio.fonseca@ufopa.edu.br

Emilly Luciana Vasconcelos Soares

Possui graduação em Biotecnologia pela Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa - 2022). Realizou pesquisas com o açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) e colaborou em projetos de pesquisas com piquiá (*Caryocar villosum* (Aubl) Pers.) e camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh).

Contato: emilylucianastm@gmail.com

Jucelane Salvino de Lima

Natural de Correntes-PE. Mãe de Selena de Lima Pereira e esposa de Kedes Paulo Pereira. Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade acadêmica de Garanhuns (UFRPE - UAG), hoje Ufape. É mestra em Ciência Animal e Pastagens pela UFRPE-UAG, com doutorado *sandwich* nacional pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Doutora em Zootecnia pelo UFRPE - Recife, Programa de Doutorado Integrado das Universidades Federais de Pernambuco, Ceará e Paraíba. Trabalhou como docente do curso de Agropecuária do IFAL - Campus Batalha/AL. Atualmente é docente da Ufopa-IBEF. Possui experiência em Zootecnia com ênfase em nutrição de ruminantes, aditivos fitogênicos de extrato de plantas nativas, exigências nutricionais, qualidade de carne, avaliação de alimentos alternativos e convencionais para produção e alimentação animal, tecnologia de carnes e pescado, bem como seus derivados, bromatologia e biotecnologia vegetal e animal e formulação de rações. Integra o grupo de pesquisa em produção de ruminantes/forragicultura (CNPq) da Ufal e membro do grupo de pesquisa em desenvolvimento e sustentabilidade do Sertão de Alagoas (IFAL), bem como é integrante do grupo de pesquisa em Estudos da Nutrição e Produção Animal na Amazônia. Autora dos livros *Exigências de minerais para caprinos*, publicado em 2018 e *Consumo a pasto: como estimá-los; Estimativas de consumo de animais a pasto no semiárido*, publicado em 2020. Coordenadora dos projetos de pesquisa intitulados “Caracterização de multicompósitos de alimentos não convencionais da Amazônia com potencial forrageiro para alimentação

animal” e “Utilização de subprodutos e aditivos suplementares oriundos de resíduos da agroindústria de frutas do Pará na dieta de ovinos”.

Contato: jucelane.lima@ufopa.edu.br

Juliana Maia Lima

Natural de Santarém-PA, é Bióloga pela Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa). Pós-graduanda em Perícias Forenses pelo Instituto de Pós-Graduação e Graduação (IPOG). Possui experiência na área da Botânica, mais especificamente com a espécie *Caryocar villosum* na Floresta Nacional do Tapajós, e Composição Florística e Regime de Fogo nas Savanas Amazônicas da região de Alter do Chão-PA. Atualmente Policial Militar do Pará com lotação na cidade de Oriximiná-PA.

Contato: julianamaialimajml@gmail.com

Juliana Mendes de Oliveira

Juliana Mendes de Oliveira nasceu em 08 de março de 1978, em Jundiaí, Estado de São Paulo. Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Viçosa (UFV - 2003), mestrado em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (UFV - 2006) e doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira pela Universidade Federal de Lavras (UFLA - 2010). Ingressou na Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa) em 2011, onde atualmente é professora Associada. Ministra disciplinas de Construções Rurais, Ergonomia e Segurança no Trabalho Florestal, Design de Produtos Florestais, Arborização Urbana e Paisagismo e Economia Ambiental, nos cursos de Engenharia Florestal e Zootecnia. É coordenadora do Laboratório de Desenho e Projetos Rurais da Universidade Federal do Oeste do Pará e possui projetos de pesquisa nas áreas de utilização de produtos florestais madeireiros e não madeireiros, conforto ambiental em construções rurais e paisagismo. Mãe de Enzo e Rafael, esposa de Rommel.

Contato: juliana.oliveira@ufopa.edu.br

Kedes Paulo Pereira

Natural de Recife-PE, possui graduação em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE - 2005), Mestrado também pela UFRPE (2007), Doutorado pela UFRPE (2010) e Pós-Doutorado pela UFRPE/UAG (2014). Atualmente é Professor “Dedicação Exclusiva” do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA - UFAL). Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em exigências nutricionais, síntese de proteína microbiana, avaliação de carneça e produção de caprinos a pasto, bovinos e bubalinos. Coordenador de projetos de pesquisa na área bromatologia de forrageiras, uso de metabólitos secundários de plantas para produção de ovinos. Autor de diversos artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais. Coordenador do laboratório de nutrição animal do curso de zootecnia da UFAL. Vice-coordenador do curso de zootecnia UFAL-CECA. Pai de Selena de Lima Pereira e esposo de Jucelane Salvino de Lima.

Contato: kedes.pereira@ceca.ufal.br

Lizandra Ferreira Lameira

Nasceu em 07 de agosto de 1994 na cidade de Santarém-PA, possui graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas (2019) e Bacharelado em Ciência e Tecnologia das Águas (2021) pela Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa). Tendo experiência na área de Fenologia, Ecologia Geral, com ênfase em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, atua principalmente nos seguintes temas: poluição aquática, metais pesados e conservação de recursos hídricos, com viés na saúde coletiva e ambiental. Atualmente é Assistente em Administração da Universidade Federal do Oeste do Pará, onde está cursando Especialização em Saneamento e Tecnologia Hídrica e Licenciatura em Ciências Biológicas.

Contato: lizandra.lameira@ufopa.edu.br

Márcia Mourão Ramos Azevedo

Nasceu em Caxias-MA. Possui graduação em Biologia pela Universidade Estadual do Maranhão (1998), Especialização em Vigilância Sanitária e Epidemiológica pela Universidade de Ribeirão Preto (Unaerp - 1999), mestrado (2007) e doutorado (2011) em Ciência Animal, ambos pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Foi bolsista CAPES de 01/2012 a 07/2013, no âmbito do Programa Nacional de Pós-Doutorado (PNPD). Atualmente é professora da Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa), no Instituto de Biodiversidade e Florestas (IBEF). Responsável pelas disciplinas de Bioquímica I e Bioquímica II do curso de Biotecnologia e, de Biologia Celular dos cursos: Bacharelado Interdisciplinar em Ciências Agrárias, Agronomia e Zootecnia. Coordenadora do projeto de extensão “Atividades Lúdicas: uma abordagem diferenciada para o processo de ensino-aprendizagem em Biologia (2015 a 2023)”. Coordenadora do projeto de pesquisa “Cinética de fermentação e de degradação ruminal in vitro de espécies forrageiras e de subprodutos agroindustriais para ruminantes no Oeste do Pará”. Colabora em projetos de pesquisa na Ufopa: Síntese, caracterização e avaliação Biológicas de nanopartículas de prata sintetizadas a partir do mel de abelha sem ferrão; Avaliação do potencial do uso de mel para fabricação de hidromel e melomel; e, Prospecção e avaliação de matérias-primas regionais com potencial aplicação na produção de cervejas.

Contato: marcia.azevedo@ufopa.edu.br

Paulo Sérgio Taube Júnior

Nasceu em Ijuí- RS, no dia 05 de julho de 1985. Possui graduação em Química Industrial pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM - 2007), mestrado em Química Orgânica pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM - 2009) e doutorado em Química Analítica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC - 2013). Tem experiência na área de Química Orgânica, onde defendeu seu mestrado com ênfase em Organocalcogenetos quirais, atuando principalmente nos seguintes temas: selenocisteína, selênio, beta-calcogeno amidas, telurio e telurocisteína. Possui trabalhos voltados para a análise

de mel e outros alimentos. Atualmente é coordenador do Programa de Pós-Graduação em Biociências da Ufopa.

Contato: pstjunior@yahoo.com.br

Rommel Noce

Nasceu em Ponte Nova, Minas Gerais, no ano de 1972. Concluiu graduação em Administração; mestrado e doutorado em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (UFV - 2009). No ano de 2010 veio para o interior da Amazônia, onde se tornou professor Associado da Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa) nas áreas de Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em Manejo Florestal. Atua nos temas economia florestal, administração florestal, economia rural, administração agropecuária, economia ambiental e econometria aplicada a produção florestal e animal. Pai de Enzo, Rafael e marido de Juliana.

Contato: noce.rommel@gmail.com

Vinícius da Silva Sousa

Nasceu em Santarém-PA no dia 26 de novembro de 1993. Concluiu a graduação como bacharelado em Agronomia na Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa - nov.2018). Desempenhou diversos trabalhos dentro da universidade; posteriormente se tornou bolsista onde desenvolveu pesquisas, contribuindo com o trabalho “O piquiá da Amazônia”. Filho de Clodoaldo Couto Costa e Maria do Socorro Santana de Oliveira Costa.

Contato: viniciuscotsagro27@gmail.com



ISBN 978-65-983951-1-7



9 786598 395117