



Serviço Público Federal
Universidade Federal do Pará
Campus Universitário de Altamira
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO



Wemerson Shimon Ladeira da Costa

DIVERSIDADE DE CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DE FRUTOS DA
REGIÃO DA VOLTA GRANDE DO XINGU

Orientador: Prof. Dr. Emil José Hernández Ruz

Coorientador: Dr. Graciliano Galdino Alves
dos Santos

ALTAMIRA – PA
FEVEREIRO – 2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS ALTAMIRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

Wemerson Shimon Ladeira da Costa

**DIVERSIDADE DE CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DE FRUTOS DA REGIÃO
DA VOLTA GRANDE DO XINGU**

Orientador: Prof. Dr. Emil José Hernández Ruz

Coorientador: Dr. Graciliano Galdino Alves dos
Santos

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Pará, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação para a obtenção do título mestre em Biodiversidade e Conservação.

ALTAMIRA - PA

FEVEREIRO – 2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L153d Ladeira da Costa, Wemerson Shimon.
DIVERSIDADE DE CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DE
FRUTOS DA REGIÃO DA VOLTA GRANDE DO XINGU /
Wemerson Shimon Ladeira da Costa. — 2023.
50 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Emil José Hernández Ruz
Coorientador(a): Prof. Dr. Graciliano Galdino Alves dos Santos
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Campus Universitário de Altamira, Programa de Pós-Graduação
em Biodiversidade e Conservação, Altamira, 2023.

1. Amazônia. 2. frutos florestais. 3. características
nutricionais. 4. características morfológicas. 5. dispersão de
sementes. I. Título.

CDD 581.5

AGRADECIMENTOS

Agradeço a BIOCEV pela parceria e o financiamento do projeto dirigido pela FUNDIBIO, com recursos ANEEL e Norte Energia.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Emil José Hernández Ruz, por toda dedicação nesse projeto, pois sem ele não seria possível conseguir o financiamento da minha bolsa de estudos e da minha dissertação de mestrado; lhe agradeço também pela amizade, paciência e parceria durante esses anos que sempre resultou em bons frutos.

Ao Professor Dr. Graciliano Galdino Alves dos Santos, por sempre ser muito paciente comigo, me ajudar nas minhas análises estatísticas e por sempre iluminar minhas ideias. Ao professor Dr. Fábio Leão e Jaime Barros, por sempre alegrarem meu dia com as suas histórias de vida enquanto eu trabalhava no laboratório.

À Universidade Federal do Pará e ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação.

Aos meus amigos de laboratório de ecologia Tárta Zahluth, que esteve ao meu lado me ajudando com as minhas análises e durante a escrita da minha dissertação, a Maria Luara, Arthur Pace, Thais Santos que me acompanharam praticamente todos os dias nessa jornada e a Arien Hiusaki que me deu suporte com as fotografias.

Aos meus amigos do laboratório de zoologia, Fabrício, Willian, Guilherme, José e Júlia que foram uma verdadeira família e me acolheram desde o primeiro momento que eu entrei no programa. Um agradecimento especial para a minha amiga Eduarda Silva de Lima por sempre ter me apoiado e insistido para que eu entrasse no programa.

A todos os meus amigos da turma PPGBC 2021, que foram verdadeiros guerreiros durante o tempo de pandemia. Um agradecimento especial para meus amigos, Jessica Conceição por ser uma das pessoas mais incríveis que eu conheci durante essa caminhada;

ao Arthur Andion que sempre foi muito carinhoso e solidário; ao Felipe Rodrigues que me acompanhou nesses últimos meses de mestrado e que se demonstrou um verdadeiro amigo. Gostaria de deixar um agradecimento especial para a minha amiga Thayane que durante o mestrado acabou tendo a sua vida tomada por um trágico acidente.

A minha família que sempre me deu suporte para que eu continuasse estudando, principalmente minha mãe Patrícia Ladeira que sempre foi o real motivo de eu continuar estudando. Aos meus irmãos Júlio Cesar, Jordana e Giovanna que eu amo incondicionalmente, eu meu sobrinho querido Joey Nicolas que enche a minha casa de alegria; aos meus avós Raimunda e Benedito que sempre tiveram orgulho de mim; e ao meu padrasto Jardean que me deu suporte financeiro e emocional durante essa jornada.

Aos meus amigos que estiveram ao meu lado por tantos anos, Juliany Flávia, Lucas Maia, Camila Lima e Karina Saraiva, sei que esses são verdadeiros amigos por sempre comemorarem comigo cada conquista que eu tive durante esse período. A minha amiga Andressa Souza que mesmo distante, sempre me apoiou e que em 2022 viveu junto comigo uma das maiores experiências da minha vida.

Gostaria de deixar um agradecimento especial a mim, por ser dedicado, esforçado, proativo, amigável, paciente e principalmente por não desistir. E por fim agradeço a Deus, por sempre me dá forças e me oferecer oportunidades incríveis.

Dedico este trabalho à minha amada mãe

Patrícia Ladeira da Costa

“Finally, I’m crossing the threshold.”

(Elizabeth Woolridge Grant)

Sumário

RESUMO	9
ABSTRACT	10
INTRODUÇÃO GERAL	11
OBJETIVOS	13
Objetivo geral	13
Objetivos específicos	13
LITERATURA CITADA	14
DIVERSIDADE DE CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DE FRUTOS DA REGIÃO DA VOLTA GRANDE DO XINGU	18
INTRODUÇÃO	19
MATERIAL E MÉTODOS	20
Descrição da área	20
Coleta do material	21
Morfometria dos frutos e análises químicas	21
Análise de dados	23
RESULTADOS	23
DISCUSSÃO	25
CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
1. APÊNDICE	34
8.1 Tabelas	34
8.2 Fotos e descrição das espécies estudadas	36
8.2.1 Referências bibliográficas	49

RESUMO

As florestas de várzea são importantes por apresentarem grande diversidade de espécies arbóreas, que produzem frutos fundamentais na dieta de muitas espécies de animais, principalmente da fauna aquática, que durante a cheia do rio adentram esses ambientes, onde se alimentam de folhas jovens, frutos e sementes que caem na água. A compreensão das características funcionais desses frutos, é fundamental para o entendimento das dinâmicas de dispersão e de alimentação da fauna local, pois características como cor, morfologia e composição química são consideradas adaptações aos seus principais meios de dispersão, essas características são produtos da seleção dos frutívoros segundo a hipótese de síndrome de dispersão. Desta forma, propõe-se a descrever e analisar a diversidade de características funcionais (físicas e químicas) em frutos de espécies ribeirinhas da Volta Grande do Xingu (VGX) para entender como essas características funcionais dos frutos estão relacionadas entre si. Os frutos foram coletados ao decorrer do ano 2022 na região da VGX um trecho de aproximadamente 150km do rio Xingu, localizado no estado do Pará. Foram realizadas análises químicas para quantificar a percentagem de (água, proteínas, carboidratos, lipídios e cinzas), análises morfométricas para mensurar o peso, comprimento, largura e espessura, e observamos a cor de cada fruto. As características químicas possuem influência significativa sobre as características morfométricas nos frutos da VGX, e que as cores podem indicar quais nutrientes são mais abundantes.

Palavras-chave: Amazônia, frutos florestais, características nutricionais, características morfométricas, dispersão de sementes.

ABSTRACT

The floodplain forests are important because they have a great diversity of tree species, which produce essential fruits in the diet of many species of animals, mainly aquatic fauna, which enter these environments during the flood of the river, where they feed on young leaves, fruits and seeds that fall into the water. Understanding the functional traits of these fruits is fundamental for understanding the dynamics of dispersion and feeding of the local fauna, since characteristics such as color, morphology and chemical composition are considered adaptations to their main means of dispersion, these traits are products of the selection of frugivores according to the hypothesis of dispersal syndrome. therefore, we propose to describe and analyze the diversity of functional characteristics (physical and chemical) in fruits of riverside species of Volta Grande do Xingu (VGX). We are specifically interested in understanding how these functional traits of fruits are related to each other. The fruits were collected during the year 2022 in the VGX region, a stretch of approximately 150km of the Xingu River, located in the state of Pará. Chemical analyzes were carried out to quantify the percentage of (water, proteins, carbohydrates, lipids, and ash) morphometric analyzes to measure the (weight, length, width, and thickness) and we observed the color of each fruit. We found out that the chemical traits have a significant influence on the morphometric characteristics in the VGX fruits, and that the colors can indicate which nutrients are more abundant.

Keywords: Amazon, forest fruits, nutritional traits, morphometric traits, seed dispersal.

INTRODUÇÃO GERAL

A construção de usinas hidrelétricas causa impactos ambientais rigorosos localmente e em escala regional, podendo afetar bacias inteiras, com o bloqueio da migração de peixes e a criação de ambientes anóxicos (FEARNSIDE, 1999; LARINIER, 2001). Além de afetar diretamente o comportamento alimentar e reprodutivo de várias espécies aquáticas em função das mudanças no nível do rio e o controle artificial do fluxo d'água e dos pulsos de inundação (AGOSTINHO et al., 2004; GRAÇA; OLIVEIRA, 2020).

A implantação da Usina Hidrelétrica (UHE) Belo Monte, construída na região da Volta Grande do Xingu (VGX), gerou transformações no ambiente que impactaram diretamente os ecossistemas localizados nas margens do rio. Por estar localizado à jusante da barragem da UHE Belo Monte, esse trecho do rio Xingu teve seu ciclo hidrológico e fluxo de água modificado (MAGALHÃES; SILVA; VIDAL, 2016; OLIVEIRA, 2017b). Com isso, o volume de água que passa pela VGX foi reduzido, gerando consequências para os ambientes e espécies mais adaptados ao ciclo de inundação do rio.

Essas mudanças na hidrologia da região da VGX transformou completamente a dinâmica do rio Xingu, pois as épocas de cheia e seca que antes eram acometidas pelo volume de chuva, agora possuem sua vazão controlada pelas comportas da UHE Belo Monte (OLIVEIRA, 2017a). A mudança já afeta todo o ecossistema da região da VGX, pela morte de diversas árvores nos leitos dos rios (CARRARO, 2019; FEARNSIDE, 2018).

Além disso, espécies de árvores frutíferas que habitavam áreas que antes eram alagadas em determinada época do ano, agora estão totalmente em terra firme (GRAÇA; OLIVEIRA, 2020). A consequência é a falta de alimentação para várias espécies de peixes e quelônios da região que se alimentavam dos frutos que caíam na água (ADAMS, 2016). A longo prazo, outros problemas podem surgir, como o desaparecimento de espécies de árvores, quelônios e peixes, pela diminuição na dispersão de sementes e falta de alimentação respectivamente (CHEN; CHEN; FATH, 2015).

Com isso é importante salientar a importância de espécies de frutos carnosos dispersos por vertebrados, que podem atingir uma proporção de até 90% em algumas comunidades de plantas tropicais (ALMEIDA-NETO et al., 2008; JORDANO, 2009). Esses frutos possuem características como cor, morfologia e composição química que são consideradas adaptações aos seus principais dispersores (BRODIE, 2017; CANO-

HUERTES et al., 2017; GALETTI et al., 2013; JACOBS, 2009; KELLER, 2007; TEWKSBURY; NABHAN, 2001; VALIDO; SCHAEFER; JORDANO, 2011).

A produção de frutos carnosos maduros é significativamente maior em florestas de várzea do que em florestas de terra firme durante o período de cheia dos rios (HAWES; PERES, 2016; PAROLIN; WITTMANN, 2010). Assim como, as árvores com frutos carnosos costumam ser mais abundantes em florestas alagadas, possivelmente pelo fato da polpa carnosa ajudar a aumentar a flutuabilidade deles, além de que frutos carnosos em florestas de várzea facilitaram a hidrocoria e a ictiocoria, tornando os peixes e a água importantes agentes de seleção de características dos frutos (CORREA et al., 2018).

Do mesmo modo que, as florestas inundáveis são importantes por apresentarem grande diversidade de espécies arbóreas que produzem frutos fundamentais na dieta alimentar de muitas espécies de animais e principalmente da fauna aquática, que durante a cheia adentram esses ambientes, onde se alimentam de folhas jovens, frutos e sementes que caem na água (ALMEIDA; AMARAL; SILVA, 2004; BATISTA et al., 2013; FERREIRA et al., 2005). A bioprodutividade (habilidade de continuar a produzir recursos naturais que são consumidos pela população local) da várzea, em especial a produção de frutos, é um item importante na cadeia alimentar (MAIA; CHALCO, 2002).

Outrossim, a dispersão de sementes pela água e por peixes são importantes em florestas ripárias que permanecem inundadas por vários meses do ano (CORREA et al., 2015; NILSSON et al., 2010). A hidrocoria e a ictiocoria seguramente estruturam comunidades, aumentam o fluxo gênico entre as populações e expandem as faixas geográficas de espécies ribeirinhas e de zonas úmidas, pois geralmente originam eventos de dispersão de sementes de longa distância, visto que, a corrente da água transporta as sementes unidirecionalmente a jusante, enquanto os peixes movem as sementes tanto a jusante, a montante, e lateralmente através de várzeas (NILSSON et al., 2010).

Além do que a variação na seletividade reduz potencialmente a intensidade da competição inter e intraespecífica, especialmente em épocas de escassez de alimentos, e facilita a coexistência das espécies de peixes e quelônios. Pois a variação intraespecífica na seleção de frutas também pode afetar a estrutura e a dinâmica da comunidade frugívora (BOLNICK et al., 2011; RUDOLF; LAFFERTY, 2011) e a vulnerabilidade das populações a mudanças ambientais antrópicas ou naturais.

Com isso, podemos dizer que as características dos frutos são produtos da seleção dos frutívoros segundo a hipótese de síndrome de dispersão (DEBUSSCHE; CORTEZ; RIMBAULT, 1987). Estudos recentes sugeriram que características como tamanho de

fruta ou semente, cor e odor exibem assinaturas que implicam seleção mutualista entre animais (dispersores) e plantas (DUAN; GOODALE; QUAN, 2014; LAI; GUO; XIAO, 2014; SCHAEFER; VALIDO; JORDANO, 2014).

Essas características implicam recompensas nutricionais (por exemplo, lipídios, carboidratos), atraindo frugívoros. Contudo, características dos animais e das frutas como por exemplo o tamanho, a fenologia e a localidade, estabelecem limites para as interações de frugivoria e com que frequência e onde essas interações ocorrem (GONZÁLEZ-CASTRO et al., 2015). Características importantes incluem a morfologia e o tamanho do corpo, enquanto as características relevantes das plantas incluem o tamanho do fruto e da semente, a arquitetura da infrutescência, nutrientes, metabólitos secundários e fenologia.

A composição de nutrientes de frutos é estruturada entre espécies frutíferas em uma comunidade, fornecem aos animais nutrientes como água, carboidratos (açúcares), lipídios, proteínas, vitaminas e pigmentos antioxidantes (HERRERA, 1982). Além disso, as cores das frutas podem fornecer pistas confiáveis indicando recompensas nutricionais das frutas que os dispersores aprendem a interpretar por meio de uma resposta condicionada; embora essas pistas sejam inconsistentes entre as comunidades (VALENTA; NEVO, 2020).

Desta forma, nos propomos a descrever a diversidade de características funcionais de frutos carnosos de algumas espécies da VGX. Estamos especificamente interessados em entender como essas características funcionais dos frutos estão relacionadas entre si.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Analisar a diversidade de características funcionais (físicas e químicas) em frutos de espécies ribeirinhas da volta grande do Rio Xingu.

Objetivos específicos

- Apontar a influência das características químicas sobre as morfométricas em frutos da volta grande do Rio Xingu.
- Identificar padrões de características químicas dos frutos da volta grande do Rio Xingu.
- Descrever a diversidade de características funcionais dos frutos estudados da volta grande do Rio Xingu.

LITERATURA CITADA

- ADAMS, C. Situação ambiental no trecho do rio Xingu afetado pela UHE Belo Monte a montante da barragem Pimental. In: **A expulsão de ribeirinhos em Belo Monte**. [s.l: s.n.]. p. 129–150.
- AGOSTINHO, A. A. et al. Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: Effects on assemblage attributes reproduction and recruitment. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 14, n. 1, p. 11–19, 2004.
- ALMEIDA-NETO, M. et al. Vertebrate dispersal syndromes along the Atlantic forest: Broad-scale patterns and macroecological correlates. **Global Ecology and Biogeography**, v. 17, n. 4, p. 503–513, 2008.
- ALMEIDA, S. S. DE; AMARAL, D. D. DO; SILVA, A. S. L. DA. Análise florística e estrutura de florestas de várzea no estuário amazônico. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 4, p. 513–524, 2004.
- BATISTA, A. et al. Similaridade e gradientes de riqueza florística em uma floresta de várzea na cidade de Macapá Similarities and gradients of floristic richness in a floodplain forest in the city of Macapa. p. 152–158, 2013.
- BOLNICK, D. I. et al. Why intraspecific trait variation matters in community ecology. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 26, n. 4, p. 183–192, 2011.
- BRODIE, J. F. Evolutionary cascades induced by large frugivores. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 114, n. 45, p. 11998–12002, 2017.
- CANO-HUERTES, B. et al. Reproductive Energetics of Female Mantled Howlers (*Alouatta palliata*). **International Journal of Primatology**, v. 38, n. 5, p. 942–961, 2017.
- CARRARO, F. G. P. **Análise da cobertura do solo usando NDVI, na região da hidrelétrica de Belo Monte, estado do Pará - Brasil**. [s.l: s.n.].
- CHEN, S.; CHEN, B.; FATH, B. D. Assessing the cumulative environmental impact of hydropower construction on river systems based on energy network model. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 42, n. 19, p. 78–92, 2015.
- CORREA, S. B. et al. Overfishing disrupts an ancient mutualism between frugivorous fishes and plants in Neotropical wetlands. **Biological Conservation**, v. 191, p. 159–167, 2015.
- CORREA, S. B. et al. Water and fish select for fleshy fruits in tropical wetland forests. **Biotropica**, v. 50, n. 2, p. 312–318, 2018.
- DEBUSSCHE, M.; CORTEZ, J.; RIMBAULT, I. Variation in Fleshy Fruit Composition in the Mediterranean Region: The Importance of Ripening Season, Life-Form, Fruit Type and Geographical Distribution. **Oikos**, v. 49, n. 3, p. 244, jul. 1987.
- DUAN, Q.; GOODALE, E.; QUAN, R. C. Bird fruit preferences match the frequency of fruit colours in tropical Asia. **Scientific Reports**, v. 4, 2014.

- FEARNSIDE, P. M. Biodiversity as an environmental service in Brazil's Amazonian forests: Risks, value and conservation. **Environmental Conservation**, v. 26, n. 4, p. 305–321, 1999.
- FEARNSIDE, P. M. Hidrelétricas e Aquecimento Global – 4 : Dióxido de carbono de árvores mortas. p. 1–6, 2018.
- FERREIRA, L. V et al. Riqueza e composição de espécies da floresta de igapó e varzea da estação científica Ferreira Penna: Subsídios para o plano de manejo da Floresta Nacional de Caxiuanã. **Pesquisas, Botânica**, v. 56, p. 103–116, 2005.
- GALETTI, M. et al. Functional extinction of birds drives rapid evolutionary changes in seed size. **Science**, v. 340, n. 6136, p. 1086–1090, 2013.
- GONZÁLEZ-CASTRO, A. et al. Relative importance of phenotypic trait matching and species' abundances in determining plant - Avian seed dispersal interactions in a small insular community. **AoB PLANTS**, v. 7, n. 1, 2015.
- GRAÇA, D. DA S.; OLIVEIRA, M. C. C. DE. “Antes a gente tinha um rio, agora a gente tem um lago”: percepções sobre transformações no meio natural em comunidade ribeirinha atingida pela Usina Hidrelétrica de Belo Monte. **Agricultura Familiar: Pesquisa, Formação e Desenvolvimento**, v. 13, n. 2, p. 81–102, 14 maio 2020.
- HAWES, J. E.; PERES, C. A. Patterns of plant phenology in Amazonian seasonally flooded and unflooded forests. **Biotropica**, v. 48, n. 4, p. 465–475, 2016.
- HERRERA, CARLOS, M. Seasonal variation in the quality of fruits and diffuse coevolution between plants and avian dispersers. **Ecology**, v. 63, n. 3, p. 773–785, 1982.
- JACOBS, G. H. Evolution of colour vision in mammals. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, n. 1531, p. 2957–2967, 2009.
- JORDANO, P. Fruits and frugivory. In: **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. [s.l: s.n.]. p. 125–165.
- KELLER, L. Uncovering the biodiversity of genetic and reproductive systems: Time for a more open approach. **American Naturalist**, v. 169, n. 1, p. 1–8, 2007.
- LAI, X.; GUO, C.; XIAO, Z. Trait-mediated seed predation, dispersal and survival among frugivore-dispersed plants in a fragmented subtropical forest, Southwest China. **Integrative Zoology**, v. 9, n. 3, p. 246–254, 2014.
- LARINIER, M. Environmental issues, dams and fish migration. **FAO Fisheries Technical Paper**, p. 45–90, 2001.
- MAGALHÃES, S. B.; SILVA, Y. Y. P. DA; VIDAL, C. DA L. Não há peixe para pescar neste verão: efeitos socioambientais durante a construção de grandes barragens – o caso Belo Monte. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 37, n. 0, p. 111–134, 17 maio 2016.
- MAIA, L. A. .; CHALCO, F. P. Produção De Frutos De Espécies Da Floresta De Várzea Da Amazônia Central Importantes Na Alimentação de Peixes. v. 1, 2002.
- NILSSON, C. et al. The role of hydrochory in structuring riparian and Wetland vegetation. **Biological Reviews**, v. 85, n. 4, p. 837–858, 2010.

OLIVEIRA, R. D. **DINÂMICA DE INUNDAÇÃO DAS PLANÍCIES FLUVIAIS DO RIO XINGU, NA REGIÃO DO COMPLEXO HIDRELÉTRICO DE BELO MONTE - ALTAMIRA -PA.** [s.l.] UNESP, 2017a.

OLIVEIRA, R. D. **Dinâmica De Inundação Das Planícies Fluviais Do Rio Xingu, Na Região Do Complexo Hidrelétrico De Belo Monte - Altamira -Pa.** [s.l.] Universidade Estadual Paulista (Unesp), 21 ago. 2017b.

PAROLIN, P.; WITTMANN, F. Tree Phenology in Amazonian Floodplain Forests. p. 105–126, 2010.

RUDOLF, V. H. W.; LAFFERTY, K. D. Stage structure alters how complexity affects stability of ecological networks. **Ecology Letters**, v. 14, n. 1, p. 75–79, 2011.

SCHAEFER, H. M.; VALIDO, A.; JORDANO, P. Birds see the true colours of fruits to live off the fat of the land. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 281, n. 1777, 2014.

TEWKSBUURY, J. J.; NABHAN, G. P. Seed dispersal: Directed deterrence by capsaicin in chillies. **Nature**, v. 412, n. 6845, p. 403–404, 2001.

VALENTA, K.; NEVO, O. The dispersal syndrome hypothesis: How animals shaped fruit traits, and how they did not. **Functional Ecology**, v. 34, n. 6, p. 1158–1169, 2020.

VALIDO, A.; SCHAEFER, H. M.; JORDANO, P. Colour, design and reward: Phenotypic integration of fleshy fruit displays. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 24, n. 4, p. 751–760, 2011.

Este capítulo está formatado nas normas da revista “Journal of Chemical Ecology”, disponível em: <https://www.springer.com/journal/10886/submission-guidelines>

DIVERSIDADE DE CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DE FRUTOS DA REGIÃO DA VOLTA GRANDE DO XINGU

Wemerson Shimon Ladeira da Costa ¹, Emil José Hernández Ruz², Graciliano Galdino Alves dos Santos².

¹ Universidade federal do Pará – Campus Altamira (UFPA), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação; wemersonshimon@gmail.com; emilhjh@ufpa.br

² Universidade federal do Pará – (UFPA), Programa de Pós-Graduação BIONORTE; ggaldino@gmail.com.

RESUMO

As florestas de várzea são importantes por apresentarem grande diversidade de espécies arbóreas, que produzem frutos fundamentais na dieta alimentar de muitas espécies de animais, principalmente da fauna aquática, que durante a cheia do rio adentram esses ambientes, onde se alimentam de folhas jovens, frutos e sementes que caem na água. A compreensão das características funcionais desses frutos, é fundamental para o entendimento das dinâmicas de dispersão e de alimentação da fauna local, pois características como cor, morfologia e composição química são consideradas adaptações aos seus principais meios de dispersão, essas características são produtos da seleção dos frutívoros segundo a hipótese de síndrome de dispersão. Desta forma, nos propomos a descrever e analisar a diversidade de características funcionais (físicas e químicas) em frutos de espécies ribeirinhas da Volta Grande do Xingu (VGX). Estamos especificamente interessados em entender como essas características funcionais dos frutos estão relacionadas entre si. Os frutos foram coletados no decorrer do ano 2022 na região da VGX um trecho de aproximadamente 150km do rio Xingu, localizado no estado do Pará. Foram realizadas análises químicas para quantificar a percentagem de água, proteínas, carboidratos, lipídios e cinzas, análises morfométricas para mensurar o peso, comprimento, largura e espessura, e observamos a cor de cada fruto. Encontramos que as características químicas possuem influência significativa sobre as características morfométricas nos frutos da VGX, e que as cores podem indicar quais nutrientes são mais abundantes.

Palavras-chave: Amazônia, frutos florestais, características nutricionais, características morfométricas, dispersão de sementes.

ABSTRACT

The floodplain forests are important because they have a great diversity of tree species, which produce essential fruits in the diet of many species of animals, mainly aquatic fauna, which enter these environments during the flood of the river, where they feed on young leaves, fruits and seeds that fall into the water. Understanding the functional traits of these fruits is fundamental for understanding the dynamics of dispersion and feeding of the local fauna, since characteristics such as color, morphology and chemical composition are considered adaptations to their main means of dispersion, these traits are products of the selection of frugivores according to the hypothesis of dispersal syndrome. therefore, we propose to describe and analyze the diversity of functional characteristics (physical and chemical) in fruits of riverside species of Volta Grande do Xingu (VGX). We are specifically interested in understanding how these functional traits of fruits are

related to each other. The fruits were collected during the year 2022 in the VGX region, a stretch of approximately 150km of the Xingu River, located in the state of Pará. Chemical analyzes were carried out to quantify the percentage of (water, proteins, carbohydrates, lipids, and ash) morphometric analyzes to measure the (weight, length, width, and thickness) and we observed the color of each fruit. We found out that the chemical traits have a significant influence on the morphometric characteristics in the VGX fruits, and that the colors can indicate which nutrients are more abundant.

Keywords: Amazon, forest fruits, nutritional traits, morphometric traits, seed dispersal.

INTRODUÇÃO

As espécies de frutos carnosos dispersos por vertebrados, que podem atingir uma proporção de até 90% em algumas comunidades de plantas tropicais (ALMEIDA-NETO et al., 2008; JORDANO, 2009). Esses frutos possuem características como cor, morfologia e composição química que são consideradas adaptações aos seus principais dispersores (BRODIE, 2017; CANO-HUERTES et al., 2017; GALETTI et al., 2013; JACOBS, 2009; KELLER, 2007; TEWKSBURY; NABHAN, 2001; VALIDO; SCHAEFER; JORDANO, 2011).

A produção de frutos carnosos maduros é significativamente maior em florestas de várzea do que em florestas de terra firme durante o período de cheia dos rios (HAWES; PERES, 2016; PAROLIN; WITTMANN, 2010). Assim como, as árvores com frutos carnosos costumam ser mais abundantes em florestas alagadas, possivelmente pelo fato da polpa carnosa ajudar a aumentar a flutuabilidade deles, além de que frutos carnosos em florestas de várzea facilitaram a hidrocoria e a ictiocoria, tornando os peixes e a água importantes agentes de seleção de características dos frutos (CORREA et al., 2018).

Do mesmo modo que, as florestas inundáveis ou florestas de várzea são importantes por apresentarem grande diversidade de espécies arbóreas que produzem frutos fundamentais na dieta alimentar de muitas espécies de animais e principalmente da fauna aquática, que durante a cheia adentram esses ambientes, onde se alimentam de folhas jovens, frutos e sementes que caem na água (ALMEIDA; AMARAL; SILVA, 2004; BATISTA et al., 2013; FERREIRA et al., 2005). A bioprodutividade (habilidade de continuar a produzir recursos naturais que são consumidos pela população local) da várzea, em especial a produção de frutos, é um item importante na cadeia alimentar (MAIA; CHALCO, 2002).

Outrossim, a dispersão de sementes pela água e por peixes são importantes em florestas ripárias que permanecem inundadas por vários meses do ano (CORREA et al., 2015a; NILSSON et al., 2010). A hidrocoria e a ictiocoria seguramente estruturam comunidades, aumentam o fluxo gênico entre as populações e expandem as faixas geográficas de espécies ribeirinhas e de zonas úmidas, pois geralmente originam eventos de dispersão de sementes de longa distância, visto que, a corrente da água transporta as sementes unidirecionalmente a jusante, enquanto os peixes movem as sementes tanto a jusante, a montante, e lateralmente através de várzeas (NILSSON et al., 2010).

As características dos frutos são produtos da seleção dos frutívoros segundo a hipótese de síndrome de dispersão (DEBUSSCHE; CORTEZ; RIMBAULT, 1987). Estudos recentes sugeriram que características como tamanho de fruta ou semente, cor e

odor exibem assinaturas que implicam seleção mutualista entre animais (dispersores) e plantas (DUAN; GOODALE; QUAN, 2014; LAI; GUO; XIAO, 2014; SCHAEFER; VALIDO; JORDANO, 2014). Essas características implicam recompensas nutricionais (por exemplo, lipídios, carboidratos), atraindo frugívoros. Contudo, características dos animais e das frutas como por exemplo o tamanho, a fenologia e a localidade, estabelecem limites para as interações de frugivoria e com que frequência e onde essas interações ocorrem (GONZÁLEZ-CASTRO et al., 2015). Características importantes incluem a morfologia e o tamanho do corpo, enquanto as características relevantes das plantas incluem o tamanho do fruto e da semente, a arquitetura da infrutescência, nutrientes, metabólitos secundários e fenologia.

A composição de nutrientes de frutos é estruturada entre espécies frutíferas em uma comunidade, fornecem aos animais nutrientes como água, carboidratos (açúcares), lipídios, proteínas, vitaminas e pigmentos (antioxidantes) (HERRERA, 1982). Além disso, as cores das frutas podem fornecer pistas confiáveis indicando recompensas nutricionais das frutas que os dispersores aprendem a interpretar por meio de uma resposta condicionada; embora essas pistas sejam inconsistentes entre as comunidades (VALENTA; NEVO, 2020).

Desta forma, nos propomos a descrever e analisar a diversidade de características funcionais de frutos carnosos de algumas espécies da VGX; apontar a influência das características químicas sobre as morfométricas e identificar padrões de características químicas em relação as cores dos frutos. Estamos especificamente interessados em entender como essas características funcionais dos frutos estão relacionadas entre si.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área

O presente estudo foi realizado na região da Volta Grande do Xingu (VGX) um trecho de aproximadamente 150km do rio Xingu, localizado no estado do Pará. A região é ocupada tradicionalmente por povos indígenas e ribeirinhos, que pela pesca, caça e colheita de produtos da floresta, possuem uma estreita relação com os ambientes da VGX (ADAMS, 2016).

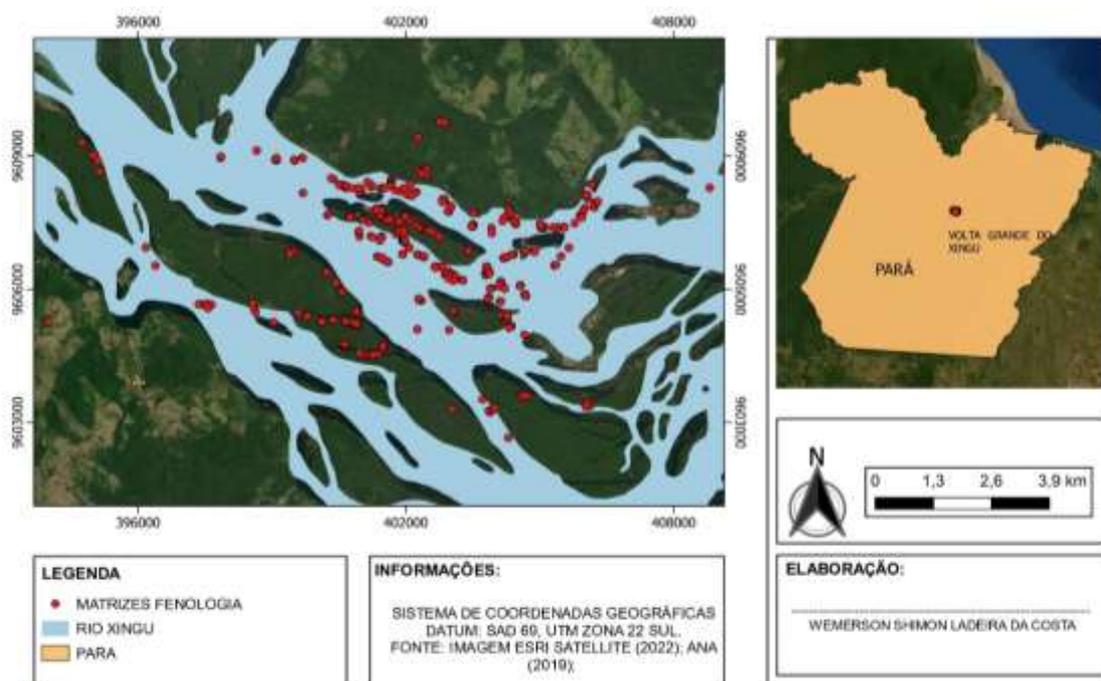


Fig. 1. Mapa de localização das árvores matrizes na VGX -Altamira-PA.

Coleta do material

As espécies utilizadas no estudo foram selecionadas com base nos tipos de frutos e com a disponibilidade no ambiente. As matrizes foram previamente selecionadas como demonstrado no mapa (fig. 1), foram selecionadas 10 matrizes para cada uma das 14 espécies.

Morfometria dos frutos e análises químicas

Utilizamos o termo botânico “fruto” em um sentido amplo para descrever todos os tipos de diásporos, independentemente de sua origem e estrutura. Coletamos frutos de 14 espécies (Tabela 1) durante todo o ano de 2022. Em seguida, higienizamos e levamos ao laboratório para a realização das análises morfométricas e químicas. Separamos aproximadamente 1kg de frutos de cada espécie para as análises químicas e 100 frutos para a análise morfológica (BRASIL, 2009; RYBAK-CHMIELEWSKA, 1995), as amostras foram compostas por frutos de mais de uma matriz de cada espécie.

Tabela 1. Amostragem de espécies coletadas na Volta Grande do Xingú para análise das características químicas e funcionais dos frutos.

Nome comum	Espécie	Família
Murici	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Malpighiaceae
Landir verde	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess	Clusiaceae
Jacitara	<i>Desmoncus polyacanthos</i> Mart.	Arecaceae
Gameleira	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Moraceae

Genipa	<i>Genipa spruceana</i> Steyerm	Rubiaceae
Sarão	<i>Myrciaria dubia</i> (H.B.K.) Mcvaugh	Myrtaceae
Piranheira	<i>Piranhea trifoliata</i> Baill	Picrodendraceae
Abiurana	<i>Pouteria</i> sp	Sapotaceae
Goiabinha de janeiro	<i>Psidium densicomum</i> Mart. ex DC	Myrtaceae
Goiabinha de junho	<i>Psidium riparium</i> Mart ex DC.	Myrtaceae
Tartaruginha	<i>Sapium pallidum</i> (Müll. Arg.) Huber	Euphorbiaceae
Caja	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae
Cacauí	<i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng	Malvaceae
Andira	<i>Vatairea guianensis</i> Aubl.	Fabaceae

Atribuímos aos frutos maduros de cada espécie com base na percepção humana uma das nove categorias de cores frequentemente usadas por outras pesquisas (WHEELWRIGHT; JANSON, 2015): preto (incluindo vermelho-escuro), vermelho (incluindo rosa), amarelo, laranja, marrom, cinza, verde, branco e azul (incluindo roxo).

O comprimento, largura e espessura de 100 frutos e 100 sementes de cada espécie foram medidos com um paquímetro e as massas foram estimadas usando balanças de precisão quando possível (BRASIL, 2009).

Para a caracterização físico-química foram consideradas as seguintes análises:

Umidade - as amostras foram dispostas uniformemente sobre o fundo de um prato de metal com tampa hermética, por 6 h a 70 ± 1 °C sob pressão ≤ 100 mm Hg (13,3 kPa), seguindo método nº 934.06 da (AOAC, 1997);

Sólidos totais - determinados por secagem direta em estufa a vácuo a 70°C até peso constante, segundo método nº 920.151 da (AOAC, 1997);

Teor de cinzas - houve a carbonização das amostras até cessar a liberação de fumaça, posteriormente, foram calcinadas em forno mufla a 550 °C até o peso constante, seguindo o método nº 940.26 da (AOAC, 1997);

Gorduras totais - ocorreu por extração em Soxhlet, utilizando como solvente o éter de petróleo sob refluxo durante 4 horas, de acordo com o método nº 968.20 da (AOAC, 1997);

Proteínas totais - determinadas pela técnica micro-Kjeldahl. Para a conversão da porcentagem de nitrogênio em proteínas, utilizou-se do fator 6,25, de acordo com o método nº 920.152 da (AOAC, 1997);

Fibras brutas - foi utilizado o método 985.29 enzimático-gravimétrico, oficialmente adotado pela AOAC (1997), cuja determinação se baseia no princípio de que amido e proteínas são removidos da amostra enzimaticamente, e o resíduo resultante, que é insolúvel em etanol a 95%, é determinado gravimetricamente.

Carboidratos - foi obtido por diferença

Valor energético - calculado a partir dos percentuais dos resultados dos nutrientes energéticos, aplicando os fatores de conversão de Atwater de 4 kcal/g para carboidratos e proteínas e 9 kcal/g para lipídios, de acordo com (ANDERSON et al., 1988).

Análise de dados

Para os dados brutos utilizamos as média e desvio padrão. Para compreender as relações entre os frutos e as características químicas e morfométricas e identificar as características que possuem maior influência no conjunto de dados, foi realizada uma Análise de Redundância (RDA);

Além disso, realizamos uma Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis químicas, seguida da análise ENVFIT, que correlaciona a PCA com a variável Cor. Esta função ajusta vetores químicos em uma ordenação e as projeções dos pontos nos vetores têm correlação máxima com as variáveis químicas correspondentes. Realizamos todas as análises utilizando o programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2020).

RESULTADOS

Os dois primeiros eixos da RDA realizada, Frutos x Características químicas e físicas, explicaram (59,63%) da variação dos dados. Como resultado, temos que todas as variáveis químicas tiveram efeito significativo sobre as variáveis morfológicas. Sendo assim, a Fig. 2 nos apresenta que a quantidade de água, carboidratos e proteínas, influenciam diretamente no número de sementes, largura e espessura do fruto.

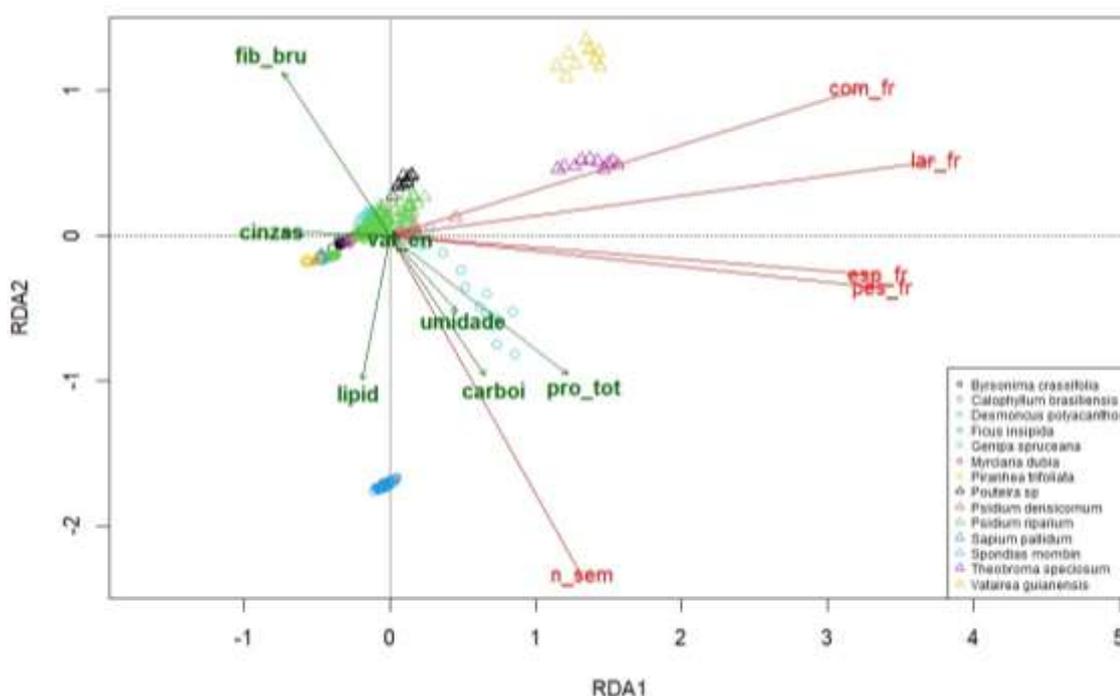


Fig. 2. RDA de Frutos da região da Volta Grande do Xingu x Características químicas e físicas

Legenda: Setas verdes = variáveis químicas, setas vermelhas = variáveis morfológicas. lipid – Lipídios totais; umidade – umidade; cinzas – cinzas; carboi – carboidratos totais; val_en – valor energético; pro_tot – proteínas totais; fib_bru – fibras brutas; com_fr – comprimento dos frutos; lar_fr – largura dos frutos; esp_fr – espessura dos frutos; pes_fr – peso dos frutos; n_sem – número de sementes.

Ademais, temos que as espécies de *Theobroma speciosum* e *Vatairea guianensis* possuem frutos com maior volume, dessa forma, essa característica diferencia esses dois frutos dos demais, logo, as variáveis comprimento e largura do fruto foram as características que mais influenciaram nos resultados para estas espécies, além disso, os frutos de *Vatairea guianensis* apresentaram alto teor de sólidos totais (53,24 g/100g) e os de *Theobroma speciosum* alto teor de proteínas totais (14,25 g/100 gMS).

Os frutos *Genipa spruceana* também apresentam um volume maior em comparação ao conjunto de dados, contudo, as variáveis que detiveram maior influência sobre os resultados para esta espécie foram a umidade (81,525 g/100g), carboidratos (49,63 g/100gMS), proteínas (11,423 g/100gMS) e número de sementes (307±197), sendo este último uma característica que variou de forma significativa de um fruto para outro da mesma espécie. Assim como a *Genipa spruceana*, os frutos de *Ficus insipida* possuem grande quantidade de sementes característica morfológica que se destaca nesta espécie.

Os frutos de *Piranhea trifoliata*, *Desmoncus polyacanthos*, *Byrsonima crassifolia*, são os frutos de menor volume, mas que por sua vez, possuem características químicas relevantes, como os de *Byrsonima crassifolia*, que apresentaram maior quantidade de lipídios (16,14 g/100gms); os de *Desmoncus polyacanthos* que tem uma grande quantidade de cinzas (1,73 g/100gms); e a *Piranhea trifoliata*, que possui um alto valor energético (231,00 g/100gms), assim como uma alta quantidade de lipídios (15,94 g/100gms) e cinzas (1,94 g/100gms)

As demais espécies, *Calophyllum brasiliense*, *Myrciaria dubia*, *Pouteria* sp, *Psidium densicomum*, *Psidium riparium*, *Spondias mombin*, foram frutos que tanto em relação as características morfológicas quanto químicas, não se destacaram em relação as outras; porém os frutos de *Myrciaria dubia*, *Psidium densicomum* e *Psidium riparium*, que são espécies da mesma família botânica (Myrtaceae), formaram um agrupamento, como pode ser observado (Fig. 2).

Os resultados da PCA, realizada com as variáveis químicas, obtivemos (84,82%) da variação dos dados; por seguinte, a análise ENVIFIT mostrou que há correlação significativa entre a PCA das variáveis químicas com a variável Cor (Valor de $p > 0,001^{***}$). Em síntese, observamos que frutos da cor amarela estão ligados aos carboidratos; frutos das cores vermelho e marrom, estão relacionados a quantidade de proteínas totais e carboidratos; frutos da cor verde estão mais ligados a quantidade de fibras brutas (Figura 3).

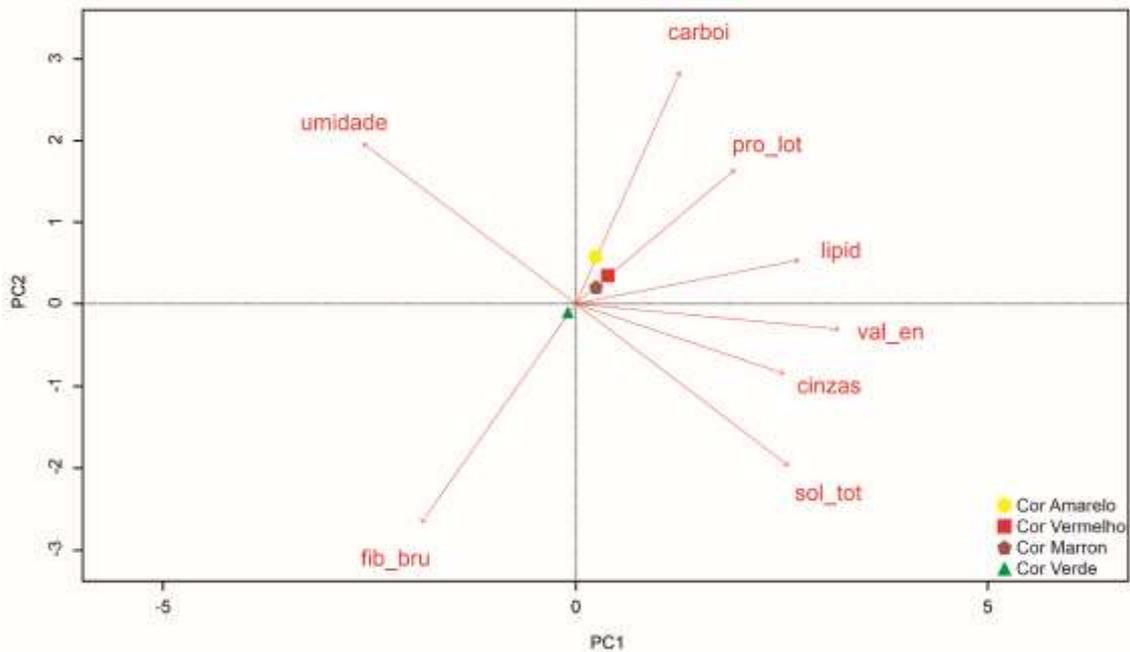


Fig. 3. Resulto da PCA Correlação entre cores dos frutos e as características químicas.

Legendas: lipid – Lipídios Totais; umidade – Umidade; cinzas – Cinzas; carboi – Carboidratos Totais; val_en – Valor Energético; pro_tot – Proteínas Totais; fib_bru – Fibras Brutas.

DISCUSSÃO

Encontramos que as características químicas possuem influência significativa sobre as características morfométricas nos frutos da VGX, e que as cores podem indicar quais nutrientes são mais abundantes. porém quando falamos de características funcionais de frutos dentro do ambiente florestal é inevitável não correlacionar com a dispersão de sementes, pois diversos estudos mostram que os dispersores possuem influência direta nessas características, como os mamíferos, aves (CAZETTA, 2008; GONZÁLEZ-CASTRO et al., 2015; HERRERA, CARLOS, 1982; LOMÁSCOLO et al., 2010; PIZO et al., 2021; VALENTA; NEVO, 2020), e os peixes (ARAUJO et al., 2020; CORREA et al., 2007, 2015b) e que as características (por exemplo, cor, morfologia, conteúdo nutricional) que atraem frugívoros para certas frutas podem ser variadamente específicas, complexas ou diversificadas. Sendo assim, é esperado que a interação entre as características químicas da fruta, cores, e as características fisiológicas dos frugívoros molde a estrutura das redes mutualísticas de dispersão de sementes (GALETTI et al., 2013). Apesar esse último não ser o foco principal do estudo, é importante entender que eles também podem influenciar nas características dos frutos.

Além disso, as variáveis químicas influenciam as preferências e a taxa de remoção por uma ampla gama de frugívoros, pois frutas ricas em nutrientes são atraentes para patógenos e vertebrados, deste modo, a taxa de remoção de dispersores de sementes é o principal fator que controla o nível de defesa do fruto (CAZETTA; SCHAEFER; GALETTI, 2008). A defesa é alta para frutos com baixa qualidade nutricional que são menos preferidos e conseqüentemente menos removidos por dispersores; como essas

espécies são altamente protegidas, elas retêm os frutos maduros intactos por um período prolongado, o que, por sua vez, reduz a atratividade, mas pode ser vantajoso para plantas que dependem de dispersores raros ou não confiáveis (CAZETTA; SCHAEFER; GALETTI, 2008).

Para frutos que não possuem polpa, os teores de sólidos totais são maiores comparando com as demais espécies, como no caso da *Vatairea guianensis*, que também apresenta frutos volumosos parecidos com os encontrados no estado do Amapá (COSTA et al., 2016), isso influencia nas estratégias de dispersão, que por ser uma espécie que apresenta frutos indeiscentes, a transição para a dispersão pela água envolve o desenvolvimento de tecidos que proporcionam flutuabilidade, além disso o gênero dessa espécie nunca produz frutos deiscentes com sementes individualmente dispersas (PAROLIN; WITTMANN; FERREIRA, 2013), ademais, as sementes de *Vatairea guianensis* são bem estudadas por possuírem uma lectina específica de galactose que possui propriedades medicinais (CAVADA et al., 2020; OTTOBELLI et al., 2011; SILVA et al., 2012).

Dos frutos carnosos mais volumosos que foram analisados, temos *Theobroma speciosum* e *Genipa spruceana*, esses frutos que são apreciados por mamíferos, os seus principais dispersores. A polpa de *Theobroma* possui uma grande quantidade de proteínas totais (PÉREZ-MORA; JORRIN-NOVO; MELGAREJO, 2018). Este dado é relevante, pois mostra a importância dessa espécie como fonte de proteínas para os animais frugívoros da floresta, como macacos e roedores, seus principais dispersores (BARBOSA; FRANÇA; RUZ, 2019). O alto teor de proteínas é uma característica presente na maioria dos frutos mamaliocóricos, pois a maior parte dos frutos ornitocóricos tem baixo teor de proteína, independentemente de outros nutrientes que possam conter (JOHNSON et al., 1985). O fato dos frutos ornitocóricos possuírem baixo teor de proteína ajuda a explicar por que quase todas as aves que comem frutas têm dietas mistas que incluem invertebrados (BOSQUE; RAMÍREZ1; RODRÍGUEZ3, 1995).

Por outro lado, os frutos de *Genipa spruceana*, que também apresentam uma grande quantidade de proteínas, tem as suas sementes dispersas principalmente por peixes, isso se dá principalmente por ser uma espécie de floresta de várzea (GOTTSBERGER, 1978; MANNHEIMER et al., 2003; SOUZA, 2005). Esses frutos se mostram importante para fauna aquática, por possuir uma grande quantidade de outros componentes nutricionais, como lipídios e carboidratos; por serem frutos relativamente grandes, poucos peixes conseguem comê-los por inteiro, porém o pericarpo não possui resistência, que possibilita que peixes menores possam consumi-lo por partes, e suas sementes por serem pequenas, passam pelo trato digestivo desses animais sem danos a viabilidade delas (SOUZA, 2005). Esse tipo de frugivoria por roubo de polpa é bastante comum, especialmente quando uma espécie se alimenta apenas da polpa de frutas com sementes muito grandes para serem engolidas ou muito fáceis de serem evitadas durante a alimentação. Mas uma pequena espécie que rouba a polpa de um fruto de sementes grandes pode, ao mesmo tempo, ser um dispersor altamente eficaz de plantas com frutos de sementes pequenas (CARLO; COLLAZO; GROOM, 2003).

Assim como a *Genipa spruceana* os frutos *Ficus insipida* apresentaram a maior quantidade de sementes cerca de 1000 por fruto, suas sementes são muito pequenas

próximas a um grão de areia, essa característica é associada ao próprio gênero da espécie que costuma ter muitas sementes, além disso os frutos de *ficus insipida* são muito apreciados por morcegos e pássaros, os quais são um dos principais dispersores de semente dessa espécie (DOMÍNGUEZ; MÁLVIL; LANDA, 2014).

Os frutos de *Piranhea trifoliata*, *Byrsonima crassifolia*, *Desmoncus polyacanthos*, e *Sapium pallidum* são alimentos fundamentais na dieta dos peixes da VGX, por serem frutos relativamente pequenos, o consumo por animais menores é acessível, essa interação mutualística ajuda com que essas espécies se perpetuem a margem dos rios. Em relação a composição nutricional dessas espécies é importante entender que frutas ricas em lipídios tendem a ser morfologicamente diferentes das frutas ricas em carboidratos, por exemplo, enquanto muitas frutas ricas em carboidratos tendem a ser drupas ou bagas, é comum que as frutas ricas em lipídios como a *Piranhea trifoliata* sejam cápsulas secas deiscentes que se abrem para expor sementes cobertas por arilos oleosos (PIZO et al., 2021; VIEIRA et al., 2021). Porém frutos como os de *Byrsonima crassifolia*, são bagas, que apesar de possuírem uma grande quantidade de lipídios, também são frutos ricos em carboidratos, diferentemente da *Piranhea trifoliata*. Essa diferença nos tipos de fruto diferenciam o modo de dispersão da espécie, pois os frutos de *Piranhea trifoliata* são consumidos por peixes (VIEIRA et al., 2021) e os de *Byrsonima crassifolia* são alimento para peixes e aves (CORREA, A; MIREYA, 2002). Com isso, temos que compreender que os carboidratos levam menos tempo para serem digeridos e são defecados mais rapidamente, permitindo que os animais comam mais em menos tempo, aumentando assim o consumo por frutos que são ricos em carboidratos (GUARALDO; BOENI; PIZO, 2013).

Assim como esses nutrientes são importantes para os animais que os consomem, o teor de cinzas que se refere aos resíduos minerais fixos (sódio, potássio, magnésio, cálcio, ferro, fósforo, cobre, cloreto, alumínio, zinco, manganês e outros compostos minerais) contidos nos frutos, também são necessários na dieta dos animais, por serem fontes desses minerais (ZAMBIAZI, 2010). Os frutos de *Desmoncus polyacanthos*, e *Sapium pallidum*, foram os que apresentaram maior teor de cinza comparado aos demais frutos, o que demonstra a sua importância na alimentação da fauna da VGX.

Outros frutos que fazem parte da alimentação dos peixes da VGX são os de *Myrciaria dubia*, *Psidium riparium* e *Psidium densicomum*, essas são espécies que crescem em pedrais e pequenos bancos de areia, seus frutos são muito apreciados pelos peixes e quelônios e são todas pertencentes a família *Myrtaceae*. Tanto *Psidium riparium* e *Psidium densicomum* fazem parte do gênero *Psidium*, ambas as espécies foram pouco estudadas e apenas alguns artigos foram publicados sobre o uso medicinal da planta de *Psidium densicomum* (CASTILHO et al., 2014; SANTOS; LIMA; OLIVEIRA, 2014; SUFFREDINI et al., 2006). Essas duas espécies são muito parecidas morfologicamente, mas se diferenciam pela quantidade de sementes e principalmente pela fenologia, pois o *Psidium densicomum* é uma espécie que os seus frutos amadurecem no mês de janeiro e *Psidium riparium* no mês de junho; esse último é interessante, pois a seletividade de frutas mostra que, em geral, o consumo não é correlacionado com a disponibilidade de frutas no ambiente, pelo contrário os peixes têm preferências por várias espécies de frutas, assim, as espécies frugívoras não são completamente aleatórias em sua seleção de espécies

frutíferas e, portanto, em seu papel como dispersoras de sementes (BLENDINGER, 2017). A baixa redundância funcional (característica das comunidades biológicas que descreve o quão sobrepostas são as espécies quanto ao seu desempenho no funcionamento do ecossistema) nas redes de dispersão de sementes aumenta potencialmente a vulnerabilidade das populações de plantas a distúrbios antropogênicos de populações frugívoras, como a sobrepesca e construção de grandes empreendimentos como no caso de Belo Monte (BLENDINGER, 2017; CORREA et al., 2016).

As características de coloração podem ser um indicativo de adaptação dos frutos aos frugívoros, pois a cor pode ser um sinal honesto do conteúdo nutricional que os frutos podem conter, sendo também vantajoso para as plantas que aumentam a detecção e remoção de frutos pelos seus dispersores. É verídico que os pássaros podem prever se as frutas serão ricas em carboidratos ou lipídios com base na coloração da fruta (STOURNARAS; PRUM; SCHAEFER, 2015), em parte porque as duas principais classes de pigmentos, antocianinas e flavonoides, diferem em sua solubilidade em água e lipídios.

Essas características de coloração podem mudar de uma região para outra, por exemplo: em várias espécies frutíferas do Mediterrâneo, frutos com a coloração escura como preto, vermelho e marrom, corresponde a recompensas nutricionais ricas em lipídios (SCHAEFER; VALIDO; JORDANO, 2014), enquanto em outras espécies de plantas da Mata Atlântica do Brasil, a coloração escura corresponde a recompensas nutricionais ricas em carboidratos (CAZETTA et al., 2008), aqui na VGX, encontramos que alguns frutos mais escuros são ricos em proteínas, com excessão da *Myrciaria dubia* que foi a espécie que apresentou a maior quantidade de carboidratos.

Os flavonóides, mais comumente anunciam frutas ricas em lipídios com amarelos, laranjas e vermelhos (STOURNARAS; PRUM; SCHAEFER, 2015), isso corrobora com o encontrado nos frutos de *Byrsonima crassifolia* que são frutos ricos em lípidios, porém se direncia do resultado da ENVFIT que mostra que a maioria dos frutos amarelos possui uma maior quantidade de carboídrato. Com isso, podemos dizer que as características (cor, morfologia, conteúdo nutricional) que atraem frugívoros para certas frutas podem ser variadamente específicas, complexas ou diversificadas, em uma extensão ainda não totalmente estabelecida.

CONCLUSÕES

Características químicas influenciam na morfometria e na cor dos frutos da VGX.

Cores dos frutos são indicativas de padrões químicos em frutos da VGX.

Com isso concluímos que é de extrema importância compreender as características funcionais os frutos de VGX, e que é necessário a realização de mais trabalhos como esse para dar suporte para projetos de recuperação de áreas degradadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, C. Situação ambiental no trecho do rio Xingu afetado pela UHE Belo Monte a montante da barragem Pimental. In: **A expulsão de ribeirinhos em Belo Monte**. [s.l.: s.n.]. p. 129–150.

ALMEIDA-NETO, M. et al. Vertebrate dispersal syndromes along the Atlantic forest:

Broad-scale patterns and macroecological correlates. **Global Ecology and Biogeography**, v. 17, n. 4, p. 503–513, 2008.

ALMEIDA, S. S. DE; AMARAL, D. D. DO; SILVA, A. S. L. DA. Análise florística e estrutura de florestas de várzea no estuário amazônico. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 4, p. 513–524, 2004.

ANDERSON, J.W.; ANDERSON, L. A.; DIBBLE, M.V.; TURKKI, P.R.; MITCHELL, H.S.; RYNBERGEN, H. J. Nutrição Trad. Nadia M. F. Truggo. p. 179–187, 1988.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Washington: [s.n.].

ARAUJO, J. M. et al. Fruit preferences by fishes in a Neotropical floodplain. **Biotropica**, v. 52, n. 6, p. 1131–1141, 2020.

BARBOSA, L.; FRANÇA, I.; RUZ, E. J. H. First records of *Theobroma speciosum* fruits dispersion. **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**, v. 43, n. 168, p. 518–520, 2019.

BATISTA, A. et al. Similaridade e gradientes de riqueza florística em uma floresta de várzea na cidade de Macapá Similarities and gradients of floristic richness in a floodplain forest in the city of Macapa. p. 152–158, 2013.

BLENDINGER, P. G. Functional equivalence in seed dispersal effectiveness of *Podocarpus parlatorei* in Andean fruit-eating bird assemblages. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 5, n. JUN, 2017.

BOSQUE, C.; RAMÍREZ1, R.; RODRÍGUEZ3, D. the Diet of the Oilbird in Venezuela. **ORNITOWGIA NEARROPICAL**, v. 6, p. 67–80, 1995.

BRASIL. **Brasil. Regras para análise de sementes (RAS)**. [s.l: s.n.].

BRODIE, J. F. Evolutionary cascades induced by large frugivores. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 114, n. 45, p. 11998–12002, 2017.

CANO-HUERTES, B. et al. Reproductive Energetics of Female Mantled Howlers (*Alouatta palliata*). **International Journal of Primatology**, v. 38, n. 5, p. 942–961, 2017.

CARLO, T. A.; COLLAZO, J. A.; GROOM, M. J. Avian fruit preferences across a Puerto Rican forested landscape: Pattern consistency and implications for seed removal. **Oecologia**, v. 134, n. 1, p. 119–131, 2003.

CARRARO, F. G. P. **Análise da cobertura do solo usando NDVI, na região da hidrelétrica de Belo Monte, estado do Pará - Brasil**. [s.l: s.n.].

CAVADA, B. S. et al. Molecular dynamics and binding energy analysis of *Vatairea guianensis* lectin: a new tool for cancer studies. **Journal of Molecular Modeling**, v. 26, n. 2, 2020.

CAZETTA, E. Variação morfológica e química dos frutos na escolha dos animais frugívoros da Mata Atlântica. **Aleph**, p. 107 f. : il., 2008.

CAZETTA, E. et al. Frugivory on *Margaritaria nobilis* L.f. (Euphorbiaceae): Poor investment and mimetism. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 2, p. 303–308, 2008.

CAZETTA, E.; SCHAEFER, H. M.; GALETTI, M. Does attraction to frugivores or defense against pathogens shape fruit pulp composition? **Oecologia**, v. 155, n. 2, p. 277–286, 2008.

CHEN, S.; CHEN, B.; FATH, B. D. Assessing the cumulative environmental impact of hydropower construction on river systems based on energy network model. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 42, n. 19, p. 78–92, 2015.

CORE DEVELOPMENT TEAM, R. **A Language and Environment for Statistical Computing**. Disponível em: <https://www.mendeley.com/catalogue/9bd97c8d-c998-33af-a0df-e18ad18ad1c1/?utm_source=desktop&utm_medium=1.19.8&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7B3319a548-4c13-456f-9a79-5204a7dc00c4%7D>. Acesso em: 13 jan. 2022.

CORREA, A; MIREYA, D. **Byrsonima Crassifolia (L.) Kunth. Tropical Tree Seed Manual Tropical Tree Seed Manual**. [s.l.: s.n.]. v. 5

CORREA, S. B. et al. Evolutionary perspectives on seed consumption and dispersal by fishes. **BioScience**, v. 57, n. 9, p. 748–756, 2007.

CORREA, S. B. et al. Overfishing disrupts an ancient mutualism between frugivorous fishes and plants in Neotropical wetlands. **Biological Conservation**, v. 191, p. 159–167, 2015a.

CORREA, S. B. et al. Neotropical fish-fruit interactions: Eco-evolutionary dynamics and conservation. **Biological Reviews**, v. 90, n. 4, p. 1263–1278, 2015b.

CORREA, S. B. et al. Stability and generalization in seed dispersal networks: A case study of frugivorous fish in Neotropical wetlands. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 283, n. 1837, 2016.

CORREA, S. B. et al. Water and fish select for fleshy fruits in tropical wetland forests. **Biotropica**, v. 50, n. 2, p. 312–318, 2018.

COSTA, A. L. S. et al. MORFOLOGIA DE FRUTOS E SEMENTES DE *Vatairea Guianensis* AUBL. (FABACEAE), ESPÉCIE DE FLORESTA DE VÁRZEA DO ESTUÁRIO AMAZÔNICO, AMAPÁ. **Embrapa Amapa**, 2016.

DE CASTILHO, A. L. et al. In vitro activity of Amazon plant extracts against *Enterococcus faecalis*. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 45, n. 3, p. 769–779, 2014.

DEBUSSCHE, M.; CORTEZ, J.; RIMBAULT, I. Variation in Fleshy Fruit Composition in the Mediterranean Region: The Importance of Ripening Season, Life-Form, Fruit Type and Geographical Distribution. **Oikos**, v. 49, n. 3, p. 244, jul. 1987.

DOMÍNGUEZ-DOMÍNGUEZ, L. E.; MORALES-MÁLVIL, J. E.; ALBA-LANDA, J. Germinación de semillas de *Ficus insipida* (Moraceae) defecadas por tucanes (*Ramphastos sulfuratus*) y monos araña (*Ateles geoffroyi*). **Revista de Biología Tropical**, v. 54, n. 2, p. 387, 2014.

DUAN, Q.; GOODALE, E.; QUAN, R. C. Bird fruit preferences match the frequency of fruit colours in tropical Asia. **Scientific Reports**, v. 4, 2014.

FEARNSIDE, P. M. Hidrelétricas e Aquecimento Global – 4: Dióxido de carbono de árvores mortas. p. 1–6, 2018.

- FERREIRA, L. V et al. Riqueza e composição de espécies da floresta de igapó e varzea da estação científica Ferreira Penna: Subsídios para o plano de manejo da Floresta Nacional de Caxiuanã. **Pesquisas, Botânica**, v. 56, p. 103–116, 2005.
- GALETTI, M. et al. Functional extinction of birds drives rapid evolutionary changes in seed size. **Science**, v. 340, n. 6136, p. 1086–1090, 2013.
- GONZÁLEZ-CASTRO, A. et al. Relative importance of phenotypic trait matching and species' abundances in determining plant - Avian seed dispersal interactions in a small insular community. **AoB PLANTS**, v. 7, n. 1, 2015.
- GOTTSBERGER, G. Seed Dispersal by Fish in the Inundated Regions of Humaita, Amazonia. **Biotropica**, v. 10, n. 3, p. 170, 1978.
- GRAÇA, D. DA S.; OLIVEIRA, M. C. C. DE. “Antes a gente tinha um rio, agora a gente tem um lago”: percepções sobre transformações no meio natural em comunidade ribeirinha atingida pela Usina Hidrelétrica de Belo Monte. **Agricultura Familiar: Pesquisa, Formação e Desenvolvimento**, v. 13, n. 2, p. 81–102, 14 maio 2020.
- GUARALDO, A.; BOENI, B.; PIZO, M. Specialized Seed Dispersal in Epiphytic Cacti and Convergence with Mistletoes. **Biotropica**, v. 45, n. 4, p. 465–473, 2013.
- HAWES, J. E.; PERES, C. A. Patterns of plant phenology in Amazonian seasonally flooded and unflooded forests. **Biotropica**, v. 48, n. 4, p. 465–475, 2016.
- HERRERA, CARLOS, M. Seasonal variation in the quality of fruits and diffuse coevolution between plants and avian dispersers. **Ecology**, v. 63, n. 3, p. 773–785, 1982.
- JACOBS, G. H. Evolution of colour vision in mammals. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, n. 1531, p. 2957–2967, 2009.
- JOHNSON, R. A. et al. Nutritional values of wild fruits and consumption by migrant frugivorous birds. **Ecology**, v. 66, n. 3, p. 819–827, 1985.
- JORDANO, P. Fruits and frugivory. In: **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. [s.l: s.n.]. p. 125–165.
- KELLER, L. Uncovering the biodiversity of genetic and reproductive systems: Time for a more open approach. **American Naturalist**, v. 169, n. 1, p. 1–8, 2007.
- LAI, X.; GUO, C.; XIAO, Z. Trait-mediated seed predation, dispersal and survival among frugivore-dispersed plants in a fragmented subtropical forest, Southwest China. **Integrative Zoology**, v. 9, n. 3, p. 246–254, 2014.
- LOMÁSCOLO, S. B. et al. Dispersers shape fruit diversity in *Ficus* (Moraceae). **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 107, n. 33, p. 14668–14672, 2010.
- MAGALHÃES, S. B.; SILVA, Y. Y. P. DA; VIDAL, C. DA L. Não há peixe para pescar neste verão: efeitos socioambientais durante a construção de grandes barragens – o caso Belo Monte. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 37, n. 0, p. 111–134, 17 maio 2016.
- MAIA, L. A. .; CHALCO, F. P. Produção De Frutos De Espécies Da Floresta De Várzea Da Amazônia Central Importantes Na Alimentação de Peixes. v. 1, 2002.
- MANNHEIMER, S. et al. Evidence for seed dispersal by the catfish *Auchenipterichthys longimanus* in an Amazonian lake. **Journal of Tropical Ecology**, v. 19, n. 2, p. 215–218,

2003.

NILSSON, C. et al. The role of hydrochory in structuring riparian and Wetland vegetation. **Biological Reviews**, v. 85, n. 4, p. 837–858, 2010.

OLIVEIRA, R. D. **DINÂMICA DE INUNDAÇÃO DAS PLANÍCIES FLUVIAIS DO RIO XINGU, NA REGIÃO DO COMPLEXO HIDRELÉTRICO DE BELO MONTE - ALTAMIRA -PA.** [s.l.] UNESP, 2017a.

OLIVEIRA, R. D. **Dinâmica De Inundação Das Planícies Fluviais Do Rio Xingu, Na Região Do Complexo Hidrelétrico De Belo Monte - Altamira -Pa.** [s.l.] Universidade Estadual Paulista (Unesp), 21 ago. 2017b.

OTTOBELLI, I. et al. Chemical study of two Amazonian medicinal plants: *Philodendron scabrum* K. Krause (Araceae) and *Vatairea guianensis* Aubl. (Fabaceae). **Acta Amazonica**, v. 41, n. 3, p. 393–399, 2011.

PAROLIN, P.; WITTMANN, F. Tree Phenology in Amazonian Floodplain Forests. p. 105–126, 2010.

PAROLIN, P.; WITTMANN, F.; FERREIRA, L. V. Fruit and seed dispersal in Amazonian floodplain trees - A review. **Ecotropica**, v. 19, n. 1–2, p. 15–32, 2013.

PÉREZ-MORA, W.; JORRIN-NOVO, J. V.; MELGAREJO, L. M. Substantial equivalence analysis in fruits from three *Theobroma* species through chemical composition and protein profiling. **Food Chemistry**, v. 240, p. 496–504, 2018.

PIZO, M. A. et al. Frugivory specialization in birds and fruit chemistry structure mutualistic networks across the neotropics. **American Naturalist**, v. 197, n. 2, p. 236–249, 2021.

RYBAK-CHMIELEWSKA, H. **Official methods of analysis.AOAC.** [s.l: s.n.].

SANTOS, M. R. A.; LIMA, M. R.; OLIVEIRA, C. L. L. G. Medicinal plants used in Rondônia, Western Amazon, Brazil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 3 suppl 1, p. 707–720, 2014.

SCHAEFER, H. M.; VALIDO, A.; JORDANO, P. Birds see the true colours of fruits to live off the fat of the land. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 281, n. 1777, 2014.

SILVA, H. C. et al. Purification and primary structure determination of a galactose-specific lectin from *Vatairea guianensis* Aublet seeds that exhibits vasorelaxant effect. **Process Biochemistry**, v. 47, n. 12, p. 2347–2355, 2012.

SOUZA, L. L. DE. Frugivoria E Dispersão De Sementes Por Peixes Na Reserva De Desenvolvimento Sustentável Amanã. **Uakari**, v. 1, n. 1, p. 9–17, 2005.

STOURNARAS, K. E.; PRUM, R. O.; SCHAEFER, H. M. Fruit advertisement strategies in two Neotropical plant–seed disperser markets. **Evolutionary Ecology**, v. 29, n. 4, p. 489–509, 2015.

SUFFREDINI, I. B. et al. Antibacterial activity of Brazilian Amazon plant extracts. **Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 10, n. 6, p. 400–402, 2006.

TEWKSBUURY, J. J.; NABHAN, G. P. Seed dispersal: Directed deterrence by capsaicin in chillies. **Nature**, v. 412, n. 6845, p. 403–404, 2001.

VALENTA, K.; NEVO, O. The dispersal syndrome hypothesis: How animals shaped fruit traits, and how they did not. **Functional Ecology**, v. 34, n. 6, p. 1158–1169, 2020.

VALIDO, A.; SCHAEFER, H. M.; JORDANO, P. Colour, design and reward: Phenotypic integration of fleshy fruit displays. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 24, n. 4, p. 751–760, 2011.

VIEIRA, L. T. et al. Piranha trifoliata an Amazonian Plant with Therapeutic Action: A Review. **Biotechnology Journal International**, p. 33–40, 2021.

WHEELWRIGHT, N. T.; JANSON, C. H. Colors of Fruit Displays of Bird-Dispersed Plants in Two Tropical Forests. <https://doi.org/10.1086/284453>, v. 126, n. 6, p. 777–799, 15 out. 2015.

ZAMBIAZI, R. . **Análise Físico Química de Alimentos**. Pelotas: Editora Universitária/UFPEL, 2010.

1. APÊNDICE

8.1 Tabelas

Tabela 1: Médias dos dados morfométricos dos frutos estudados da volta Grande do Xingú.

Espécie	Cor	Peso fruto	Comprimento	Largura	Espessura	N sementes por fruto
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Amarelo	3,23±0,37	18,62±1,0	16,76±1,26	16,76±1,26	1
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess	Verde	6,66±1,20	24,69±1,47	24,28±1,47	23,72±1,86	1
<i>Desmoncus polyacanthos</i> Mart.	Vermelho	13,85±1,42	14,75±0,43	12,72±0,71	12,38±0,66	1
<i>Ficus insipida</i> Willd.	Verde	5,82±0,95	23,59±1,51	24,54±1,53	24,57±1,53	1000
<i>Genipa spruceana</i> Steyerm	Marrom	51,95±24,05	46,63±9,39	42,75±6,98	41,39±7,26	307
<i>Myrciaria dubia</i> (H.B.K.) Mcvaugh	Vermelho	6,78±1,93	22,44±2,55	22,67±2,18	21,72±2,03	2
<i>Piranhea trifoliata</i> Baill	Marrom	0,31±0,02	11,05±0,50	8,03±2,65	8,03±2,65	2
<i>Pouteria</i> sp	Amarelo	19,78±2,4	53,71±3,53	28,16±1,06	27,778±1,06	1
<i>Psidium densicomum</i> Mart. ex DC	Verde	18,89±3,26	36,42±2,51	36,19±5,42	36,19±5,42	81
<i>Psidium riparium</i> Mart ex DC.	Verde	11,13±4,65	35,00±6,23	26,96±4,12	26,96±4,12	33
<i>Sapium pallidum</i> (Müll. Arg.) Huber	Verde	0,73±0,09	11,32±0,57	11,04±0,64	11,00±0,61	3
<i>Spondias mombin</i> L.	Amarelo	8,53±0,97	32,83±1,04	23,07±1,49	21,11±1,23	1
<i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng	Amarelo	172,1±20,69	90,17±4,17	63,25±2,83	63,25±2,83	32
<i>Vatairea guianensis</i> Aubl.	Verde	115,17±17,74	107,69±5,18	91,33±4,65	40,35±3,50	1

Tabela 2: Médias dos dados morfométricos das sementes encontradas nos frutos estudados da VGX.

Espécie	Peso	Comprimento	Largura	Espessura
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	0,42±0,06	11,12±0,52	7,65±0,63	7,65±0,63
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess	2,69±0,55	21,00±1,52	19,58±1,32	19,41±1,35
<i>Desmoncus polyacanthos</i> Mart.	0,61±0,07	12,93±0,6	9,13±0,57	9,13±0,57
<i>Ficus insipida</i> Willd.	0,001±0	0,01±0	0,01±0	0,01±0
<i>Genipa spruceana</i> Steyerm	0,02±0,01	6,95±1,5	4,25±0,95	1,03±0,26
<i>Myrciaria dubia</i> (H.B.K.) Mcvaugh	0,89±0,27	12,00±1,57	16,92±2,31	4,83±0,38
<i>Piranhea trifoliata</i> Baill	0,04±0,01	6,36±0,65	5,17±0,68	3,04±0,27
<i>Pouteria</i> sp.	3,29±0,75	29,72±2,43	13,90±1,14	13,60±1,25
<i>Psidium densicomum</i> Mart. ex DC	0,04±0,01	6,94±0,6	5,12±0,74	2,39±0,58
<i>Psidium riparium</i> Mart ex DC.	0,07±0,02	6,19±1,12	4,68±0,95	2,67±0,63
<i>Sapium pallidum</i> (Müll. Arg.) Huber	0,055±0	5,73±0,34	5,43±1,36	3,64±0,16
<i>Spondias mombin</i> L.	2,41±0,43	26,9±1,29	15,83±0,80	14,21±0,89
<i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng	1,47±0,21	18,85±1,56	11,43±0,78	8,97±0,72
<i>Vatairea guianensis</i> Aubl.	46,21±9,16	63,75±3,42	54,75±2,93	25,39±4,24

Tabela 3. Médias dos resultados das análises químicas dos frutos, (g/100g).

Especie	Familia	VE	U	ST	C	L	FB	PT	CT
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Malpighiaceae	97,00	75,4 4	24,5 6	0,7 1	16,1 4	20,3 4	4,47	58,3 4
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess	Clusiaceae	76,00	78,8 1	21,1 9	0,9 8	5,62	15,8 5	5,35	72,2 0
<i>Desmoncus polyacanthos</i> Mart.	Arecaceae	91,00	72,1 7	27,8 3	1,7 3	4,61	21,8 9	6,90	64,8 7
<i>Ficus insipida</i> Willd.	Moraceae	44,00	85,6 8	14,3 3	0,6 1	6,76	30,7 3	5,77	56,1 3
<i>Genipa spruceana</i> Steyerm	Rubiaceae	53,00	81,5 3	18,4 8	0,7 1	4,78	33,7 7	11,4 2	49,6 3
<i>Myrciaria dubia</i> (H.B.K.) Mcvaugh	Myrtaceae	42,00	90,2 1	9,80	0,2 7	7,25	12,7 8	3,69	87,0 1

<i>Piranhea trifoliata</i> Baill	Picrodendraceae	231,00	10,47	89,53	1,94	15,94	53,51	12,19	16,43
<i>Pouteria</i> sp	Sapotaceae	94,00	77,54	22,47	0,88	10,21	7,00	7,23	74,68
<i>Psidium densicomum</i> Mart. ex DC	Myrtaceae	40,00	86,59	13,41	0,46	5,05	31,45	4,35	58,69
<i>Psidium riparium</i> Mart ex DC.	Myrtaceae	36,00	78,48	21,52	0,72	2,80	60,65	3,97	31,86
<i>Sapium pallidum</i> (Müll. Arg.) Huber	Euphorbiaceae	56,00	79,61	20,39	0,99	9,78	42,38	7,43	39,43
<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	56,00	84,87	15,13	0,63	2,53	10,75	6,51	79,58
<i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng	Malvaceae	41,00	86,65	13,35	0,61	2,17	25,47	14,25	57,50
<i>Vatairea guianensis</i> Aubl.	Fabaceae	228,00	46,77	53,24	1,04	8,76	2,82	8,22	79,15

Legenda: VE – Valor Energético (g/100g); U – Umidade (g/100g); ST – Sólidos Totais (g/100g); C – Cinzas (g/100 gms); L – Lipídios (g/100 gms); FB – Fibras Brutas (g/100 gms); PT – Proteínas totais (g/100 gms); CT – Carboidratos Totais (g/100 gms).

8.2 Fotos e descrição das espécies estudadas

Byrsonima crassifolia (L.) Kunth



Figura 1 – 2. Semente e fruto de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth.

Byrsonima crassifolia (L.) Kunth (Malpighiaceae), é uma árvore frutífera nativa da região amazônica, que também pode ser encontrada em países que fazem fronteira com a Amazônia brasileira, além de ser presente no México, América Central e Caribe. É uma planta de áreas campestres, dunas, capoeiras rarefeitas, solos arenosos das savanas das terras baixas e secas, campos altos e litoral (RIOS ; PASTORE JÚNIOR, 2011). As árvores de *B. crassifolia* são de pequeno porte podendo medir de 2 a 6 m de altura, os troncos são ramificados a partir da base, crescem no sentido horizontal em algumas ocasiões, o tronco e ramos angulosos, retorcido e formam moitas, os frutos apresentam uma cor amarela e possuem apenas uma semente (NASCIMENTO; CARVALHO, 2016).

***Calophyllum brasiliense* Cambess**

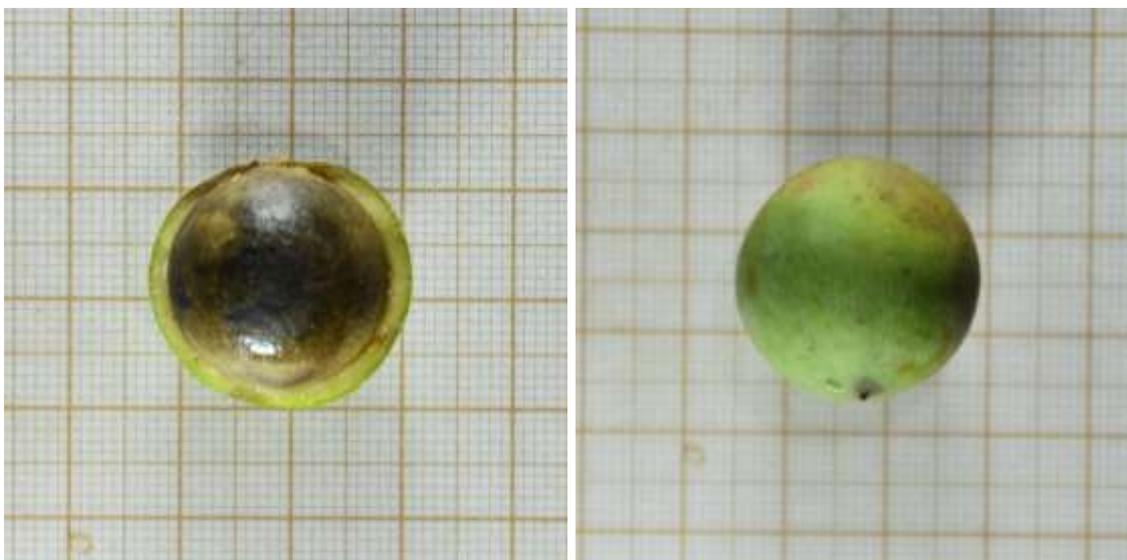


Figura 3 – 4. Semente e fruto de *Calophyllum brasiliense* Cambess.

Calophyllum brasiliense Cambess, é uma espécie nativa, do bioma brasileiro Amazônia, predomina no Brasil tem uma distribuição principal na mata atlântica e cerrado. É uma espécie com uma alta capacidade de germinação, a árvore possui madeira de qualidade, podendo chegar a 40 m de altura (VANIA et al., 2006). A árvore pode ser utilizada no paisagismo em geral, sendo útil para o reflorestamento misto de matas ciliares degradadas e seus frutos são consumidos por várias espécies da fauna. É uma planta perenifólia, heliófita ou de luz difusa, característica e exclusiva das florestas pluviais localizadas sobre solos úmidos e brejosos, os frutos são verdes e possuem apenas uma semente (NERY et al., 2007).

***Desmoncus polyacanthos* Mart.**



Figura 5 – 6. Semente e fruto de *Desmoncus polyacanthos* Mart.

Desmoncus polyacanthos Mart. É uma palmeira trepadeira pertencente à família Palmae (FONSECA et al., 2013). Essa espécie apresenta distribuição em toda bacia amazônica, pegando desde a costa da floresta atlântica até a cordilheira dos Andes (HENDERSON, 1995; KHAN; GRANVILLE, 1992) Esse gênero de palmeira caracteriza-se por constituir arbustos que apresentam caules que chegam até ao estrato médio da floresta, além de apresentar espinhos de até 6 cm que cobrem o caule, além disso, a espécie possui frutos vermelhos e uma semente com o tegumento razoavelmente resistente (TORRES-VASQUEZ, et, al. 2009).

***Ficus insipida* Willd.**



Figura 7 – 8. Sementes e fruto de *Ficus insipida* Willd.

Ficus insipida Willd. é uma espécie pioneira com ocorrência confirmada nos estados do Acre, Amazonas, Pará e Rondônia, além de outros países Neotropicais, presente em Floresta de Terra Firme e Floresta Ombrófila ou Floresta Pluvial. A árvore possui de 10 a 30 m de altura, com copa bem distribuída, caule glabro, com 40 a 70 cm de diâmetro (MENEZES, 2007), folhas inteiras, elípticas, com base e ápice agudas. Os frutos são sicônio em formato globoso e de coloração verde e suas sementes são pequenas e abundantes (PEDERNEIRAS; MACHADO; SANTOS, 2022).

Genipa spruceana Steyerm



Figura 9 – 10. Sementes e fruto de *Genipa spruceana* Steyerm.

Genipa spruceana Steyerm. pertence à família Rubiaceae, e pode ser encontrada na Amazônia brasileira e em países vizinhos ao norte da América do Sul. É uma árvore frutífera de hábito arbustivo e lenhoso que pode chegar a 12m de altura. Podem permanecer boa parte do ano sob alagamento, por conta disso, essa espécie possui grande importância ecológica, por servir de alimentação para algumas espécies de peixe, conforme demonstra o estudo feito por (DE ALMEIDA; SÁ; GARCIA, 1986; DE SOUZA, 2005). (GONÇALVES et al., 2012, 2013). O fruto é do tipo baga subglobosa com polpa adocicada, quando verde o fruto libera uma tinta de cor violeta ou azul escura que serve como corante natural (GONÇALVES et al., 2012).

[*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mcvaugh]

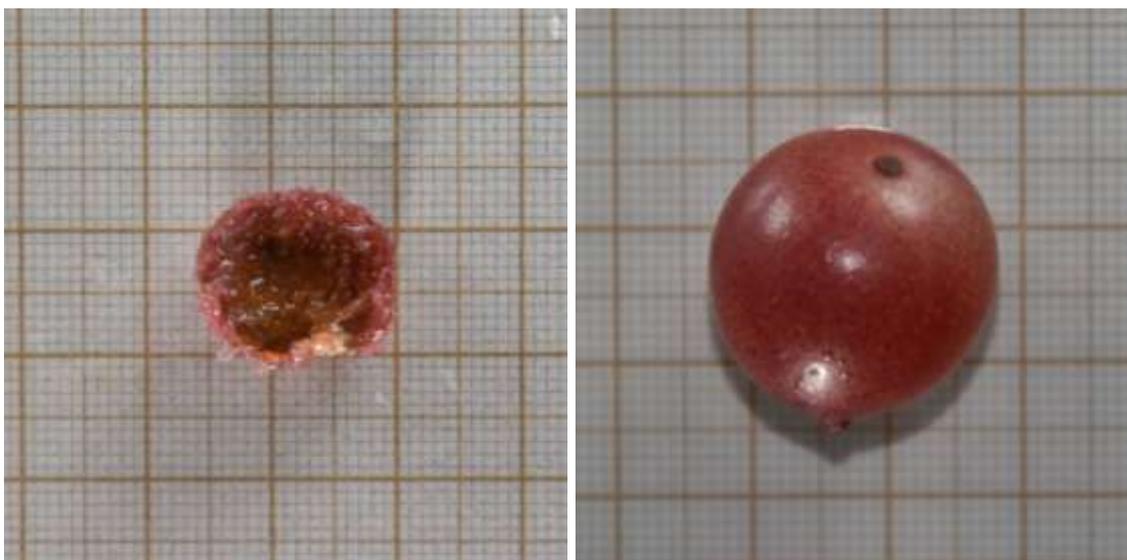


Figura 11 – 12. Semente e fruto de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mcvaugh.

Myrciaria dubia (H.B.K.) Mcvaugh pertence à família Myrtaceae, é uma árvore frutífera de hábito arbustivo e lenhoso que pode chegar a 4 m de altura, ocorre primordialmente na Amazônia Brasileira, mas também existe cultivos da espécie nos estados de São Paulo e Minas Gerais (YUYAMA, 2011; CHAGAS et al., 2012; SILVA DA, 2001), tem ocorrência em países vizinhos como a Colômbia e o Peru. O fruto é globoso arredondado, e apresenta cor vermelha escura e quando amadurece apresenta uma tonalidade negra púrpura ao amadurecer, possuindo de uma a quatro sementes por fruto. Seu fruto é fonte de alimentação para algumas espécies de peixe, que atuam por sua vez como dispersores de sementes, além de um elevado valor econômico e nutricional principalmente pelo seu alto teor de ácido ascórbico (CANTO, 2018; RODRIGUES SANTANA et al., 2016; YUYAMA; AGUIAR; YUYAMA, 2002).

***Piranhea trifoliata* Baill.**



Figura 13 – 14. Semente e fruto de *Piranhea trifoliata* Baill.

Piranhea trifoliata Baill. é uma espécie que pode ser encontrada na Bolívia, Venezuela e Brasil, onde sua maior ocorrência é nas regiões do Amazonas, Pará, Tocantins, Rondônia e Mato Grosso (SECCO E CORDEIRO, 2015; VIEIRA *et al.*, 2021). Suas árvores podem chegar até 25 metros de altura, com ramos bem desenvolvidos, troncos com cascas de cor cinza, estriadas longitudinalmente. Essa espécie pode ser encontrada facilmente em áreas alagadas como várzeas e igapós, pois sua madeira é resistente a fungos e insetos (JEFFREYS E NUNEZ, 2016; VIEIRA *et al.*, 2021). Suas flores são brancas, seus frutos pequenos e deiscêntes, servindo de alimento para algumas espécies de peixes da região.

***Pouteria* sp.**



Figura 15 – 16. Semente e fruto de *Pouteria* sp.

Pouteria sp. é um gênero amplamente distribuído na região tropical de América (GBIF Secretariat, 2021). As árvores crescem até 35 metros de altura, o tronco é reto e cilíndrico, com contrafortes estreitos (Tropical Plants Database, 2022). As árvores também produzem uma madeira útil, já que é muito dura, forte e durável, resistindo aos ataques de fungos e insetos. A maior parte dos frutos são comestíveis, colhidos na natureza e consumidos localmente. Possui alto teor de sílica dificultando a serragem e proporcionando alto efeito de embotamento; aplinar é moderadamente fácil, a madeira é usada para fins como construção, fabricação de móveis (Tropical Plants Database, 2022).

***Psidium densicomum* Mart. ex DC**



Figura 17 – 18. Sementes e fruto de *Psidium densicomum* Mart. ex DC. Fonte: Autor.

Psidium densicomum Mart. ex DC. é um arbusto ou árvore que varia entre 3 e 12 m de altura, da família Myrtaceae, ocorrente na Amazônia, não endêmica do Brasil, com distribuição confirmada nos estados do Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Maranhão. A Presença de *P. densicomum* pode ser frequente tanto em vegetações do tipo Floresta de Terra Firme e Floresta de Várzea. Possui casca do tronco liso, as folhas são opostas, limbo oval, ápice abruptamente acuminado, base arredondada ou cordada, nervação broquidódroma. Os frutos imaturos e maduros têm coloração verde, respectivamente (PROENÇA; COSTA; TULER, 2022; LANDRUM, 2022).

***Psidium riparium* Mart ex DC.**

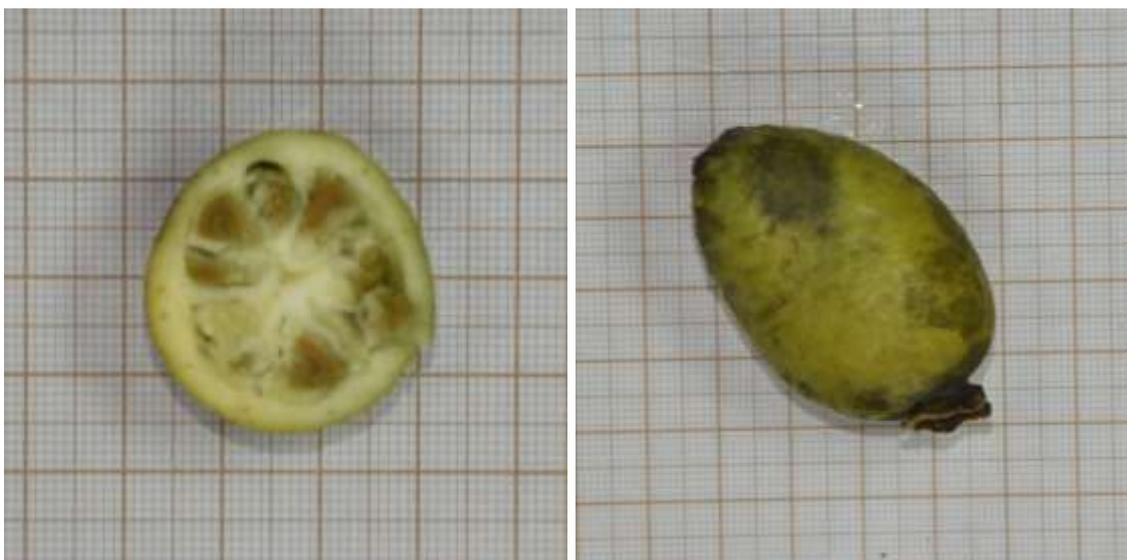


Figura 19 – 20. Sementes e fruto de *Psidium riparium* Mart. ex DC.

Psidium riparium Mart ex DC. é uma espécie endêmica do Brasil, tem como hábito arbustos ou árvores de 2 a 6 m de altura, típica de solos arenosos (SOARES et al., 2016; LANDRUM, 2021). A espécie apresenta em sua morfologia, folhas opostas de tamanhos entre 5,5 e 12 cm de comprimento, tendo o limbo foliar largo em relação ao comprimento e tendo pecíolos curtos, de cores verdes. Sua floração costuma ocorrer nos meses de janeiro a março, as quais têm botão floral aberto com 5 lobos; possui de 3 a 4 ovários e óvulos numerosos; botão-floral cilíndrico em seção transversal, possui 5 pétalas. Em relação aos frutos, quando imaturos e quando maduros apresentam a cor verde, tendo numerosa quantidade de sementes em seu interior.

***Sapium pallidum* (Müll. Arg.) Huber**



Figura 21 – 22. Semente e fruto de *Sapium pallidum* (Müll. Arg.).

Sapium pallidum (Müll. Arg.) Huber é uma espécie nativa e endêmica do Brasil, encontrada com mais frequência nas regiões norte (Acre, Amazonas e Rondônia) e nordeste (Bahia) (CORDEIRO; ESSER, 2021). As árvores da *S. pallidum* podem medir entre 2-10 m de altura, tendo características como cor castanho claro e estrias longitudinais rasas (CORDEIRO, 2017). As folhas são simples e alternas, apresentam duas glândulas na base que liberam um látex branco em abundâncias quando expostas a perturbações. Os frutos são do tipo cápsula, que abre quando maduro e são vistos nos meses de março e abril (CORDEIRO; ESSER, 2021). A espécie pode ser encontrada facilmente em áreas de vegetação de igapó como beiradões, igarapés e ilhas. Por pertencer a esses locais os frutos acabam sendo atrativos para os peixes, o que leva a planta a ser utilizada pelo homem como local de pesca (CORDEIRO, 2017).

***Spondias mombin* L.**



Figura 23 – 24. Semente e fruto de *Spondias mombin* L.

Spondias mombin L. é uma espécie nativa da América tropical, que ocorre em todo o Brasil, principalmente nas regiões norte e nordeste (AZEVEDO; MENDEZ, 2004). É característica de matas altas de terra firme e/ou secundárias de áreas perturbadas (RIOS; PASTORE-JR, 2011). As árvores podem atingir 30 metros de altura, possui tronco reto, casca rugosa e copa relativamente ampla e espalhada, às vezes densamente fechada, folhas compostas, alternas e imparipinadas (RIOS; PASTORE-JR, 2011). Possui inflorescência paniculada, geralmente pilosa, as flores são hermafroditas com coloração branca ou amarelada (AZEVEDO; MENDEZ, 2004). Os frutos são bastante aromáticos, e apresentam uma intensa coloração amarela, além de serem consumido por animais, também são consumidos por humanos através de sucos, doces e outros. Suas folhas, casca e raízes também são utilizadas pelo homem como remédio medicinais (PEREIRA, 2017; RIOS; PASTORE-JR, 2011).

***Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng**



Figura 25 – 26. Semente e fruto de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng.

Theobroma speciosum Willd. ex Spreng é uma espécie nativa, que ocorre em toda Amazônia brasileira, preferencialmente em floresta ombrófila e floresta de várzea (Flora do Brasil, 2019), dentre as espécies do gênero é a que mais apresenta um teor de gordura da semente mais parecido com o cacaueteiro, sendo um sucedâneo potencial (SANTOS, 2003; SILVA et al., 2004). As árvores são de tamanho mediano, variando de 8 a 14 metros, tronco reto e copa relativamente pequena e rala, folhas simples, alternas, dísticas, pecioladas e inteiras. Possui inflorescência caulinares, em fascículos densos, com flores vermelhas e forte odor de limão (LORENZI, 2009). O fruto de *T. speciosum* é do tipo baga e são amareladas quando maduras além de ser consumido por mamíferos selvagens, também é consumido por humanos através de sucos e chocolate, na produção de sabão artesanal.

***Vatairea guianensis* Aubl.**



Figura 26 – 27. Semente e fruto de *Vatairea guianensis* Aubl.

Vatairea guianensis Aubl. conhecida como faveira, é típica de florestas inundáveis na foz do rio Amazonas e possui grande importância madeireira e medicinal para a região, encontra-se nos Estados do Acre, Pará, Amazonas, Amapá, Rondônia, Roraima e Tocantins. Também podem ser encontradas em outros países como o Peru, Colômbia, Venezuela, Guiana, Guiana Francesa e Suriname. Árvore frequente nas margens de rios, igapós de água preta, matas inundáveis de várzea e restingas baixas (Revilla, 2002). Raramente aparece em matas de terra firme. Também é possível encontrá-la na interface da várzea com a terra firme (Revilla, 2001). Suas folhas e frutos são utilizados para o tratamento de micoses dermatológicas (SILVA et al. 2012).

8.2.1 Referências bibliográficas

ALMEIDA S. S.; SÁ, P. G. GARCIA A. (1986). Vegetais utilizados como alimento por *Podocnemis* (Chelonia) na região do Baixo Rio Xingu Brasil-Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Botânica**, Belém, v. 2, n. 2, p. 199-211.

AZEVEDO, Daniel de Menezes; MENDES, Ângela Maria da Silva; FIGUEIREDO, Antenor Francisco de. (2004). Característica da germinação e morfologia do endocarpo e da plântula de taperebá (*Spondias mombin* L.) Anacardiaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p. 534-537.

CANTO, M. Â. DE O. (2018). Estudo sobre o crescimento do tambaqui (*Collossoma macropomum*) submetido à dieta suplementada com camu camu (*Myrciaria dubia*)

em água corrente e aquecida. Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Biologia Celular—Oriximiná: Universidade Federal do Pará,

CHAGAS, E. A. et al. (2012). Propagação do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mcvaugh). **Revista Agro Ambiente**, v. 6, n. 1, p. 67–73.

CORDEIRO, W. P. F. S. **Taxonomia do gênero *Sapium* Jacq. (HIPPOMANEAE, EUPHORBIACEAE) NO BRASIL.** 2017. 153 f. Dissertação (Pós-Graduação em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

CORDEIRO, W.P.F.S.; ESSER, H.-J. *Sapium pallidum*. **Flora e Funga do Brasil**, 2021. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/FichaPublicaTaxonUC/FichaPublicaTaxonUC.do?id=FB22754>. Acesso em: 01 out. 2022.

DE SOUZA, L. L. (2005). Frugivoria e dispersão de sementes por peixes na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã. **UAKARI**. v. 1. n. 1, p. 1-8.

Flora do Brasil (2020) em construção. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro.**

GBIF Secretariat (2021). *Pouteria guianensis* Aubl. **GBIF Backbone Taxonomy.** Checklist dataset.

GONÇALVES, J. F. DE C. et al. (2012). Estratégias no uso da energia luminosa por plantas jovens de *Genipa spruceana* Steyererm submetidas ao alagamento. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 2, p. 391–398.

GONÇALVES, J. F. DE C. et al. (2013). Crescimento, partição de biomassa e fotossíntese em plantas jovens de *Genipa spruceana* submetidas ao alagamento. **CERNE**, v. 19, n. 2, p. 193–200, jan.

JEFFREYS, M. F. & NUNEZ, C. V. (2016). Triterpenos das folhas de *Piranhea trifoliata* (Picrodendraceae). **Acta Amazonica**. VOL. 46(2) 2016: 189 – 194.

LANDRUM, L. R. *Psidium guajava* L.: Taxonomy, Relatives and Possible Origin. **Guava**, p.1–21, 1 jan. 2021

LANDRUM, L. R. The Genus *Psidium* (Myrtaceae) in Bolivia and Paraguay The Genus *Psidium* (Myrtaceae) in Bolivia and Paraguay. **Canotia**, v. 18, n. July, p. 1–88, 2022.

LORENZI, H. (2009). **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 1.ed., v.3. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 373 p.

PEREIRA, Benedito. (2017). *Spondias mombin* L. **Árvores do Bioma Cerrado.** Disponível em: <https://www.arvoresdobiomacerrado.com.br/site/2017/03/30/spondias-mombin-l/>. Acesso em: 01 set. 2022.

Proença, C.E.B.; Costa, I.R.; Tuler, A.C *Psidium in Flora e Funga do Brasil.* Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB10881>>. Acesso em: 25 ago. 2022

REVILLA, J. (2001). Plantas da Amazônia: Oportunidades econômicas e sustentáveis. Manaus: Inpa: Sebrae, 2001. 405 p. Disponível em: https://books.google.com.br/books/about/Plantas_da_Amaz%C3%B4nia.html?id=YlhgAAAAMAAJ&redir_esc=y. Acesso em: 28/09/2022.

REVILLA, J. (2002). Plantas úteis da Bacia Amazônica. Manaus: SEBRAE, v.1. 444p.

RIOS, M. N. da Silva; PASTORE-JR, F. (2011). Plantas da Amazônia: 450 espécies de uso geral. Universidade de Brasília, Biblioteca Central. 3378 p. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/35458>. Acesso em: 28 set. 2022.

RODRIGUES SANTANA, S. et al (2016). Uso do camu-camu (*Myrciaria Dubia* (Kunth) Mcvaugh) entre os pescadores do Município de Presidente Médici, Rondônia, Brasil. **Boletim do Grupo de Pesquisa da Flora, Vegetação e Etnobotânica**, v. 1, n. 8, p. 17–26.

SECCO, R. & CORDEIRO, I. (2015). Picodendraceae: In: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB38587>). Acesso em: 19/08/ 2022.

SILVA DA, M. L. 2001. **Avaliação da produção de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) por meio de estacas de diferentes diâmetros submetidas a concentrações do Ácido Naftaleno Acético - ANA.** Manaus.

SILVA, A. A. R. E MARTINS, M. B. (2004). Polinização de cacauí *T. speciosum* Will. ex. Spreng. (Sterculiaceae) por drosophilideos em áreas de ocorrência natural. p: 431-440. In Caxiuanã: Desafios para a conservação de uma Floresta Nacional na Amazônia. P. L. B. Lisboa (org.). **Museu paraense Emílio Goeldi**. Belém. 672 p.

Silva, Helton C., et al. "Purificação e determinação da estrutura primária de uma lectina específica de galactose de sementes de *Vatairea guianensis* Aublet que exibe efeito vaso relaxante. **Bioquímica de Processo** 47.12 (2012): 2347-2355.

SOARES I D et al. 2022. **Caracterização morfológica de fruto, semente e plântula de *Psidium rufum* DC. (Myrtaceae).** Disponível em: <<https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/292>>. Acesso em: 10 ago. 2022.

Tropical Plants Database (2022), Ken Fern. tropical.theferns.info. 2022-10-01. <tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Pouteria+guianensis>.

VIEIRA, L. T.; SILVA, M. P. da.; JÚNIOR, J. D. D. dos R.; LIMA, C. A. C.; SOUZA, A. O. (2021). *Piranhea trifoliata* an Amazonian Plant with Therapeutic Action: A Review. **Biotechnology Journal International**. 25(1): 33-40;

YUYAMA, K. (2011). A cultura do camu-camu no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, jun.

YUYAMA, K.; AGUIAR, J. P. L.; YUYAMA, L. K. O. (2002). Notas e comunicações camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C 1. **Acta Amazonica**, p. 169–174.