



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, INOVAÇÃO E  
TECNOLOGIA PARA A AMAZÔNIA – PPG-CITA



**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, ANATÔMICA E  
FITOQUÍMICA PARA BIOPROSPECÇÃO DE**  
*Guadua aff. lynnclarkiae*

**MARIA ROSÁLIA NASCIMENTO DA COSTA**

RIO BRANCO – ACRE  
JANEIRO - 2024

**MARIA ROSÁLIA NASCIMENTO DA COSTA**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, ANATÔMICA E  
FITOQUÍMICA PARA BIOPROSPECÇÃO DE**  
*Guadua aff. lynnclarkiae*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, da Universidade Federal do Acre, como requisito para obtenção do grau de Mestra *Stricto sensu* em Ciências.

**Orientadora:** Berenice Kussumoto Alcântara da Silva

RIO BRANCO - ACRE  
JANEIRO – 2024

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

C837c Costa, Maria Rosália Nascimento da, 1986 -  
Caracterização morfológica, anatômica e fitoquímica para bioprospecção de *Guadua aff. lynnclarkiae* / Maria Rosália Nascimento da Costa; orientadora: Profa. Dra. Berenice Kussumoto Alcântara da Silva. – 2024.  
86 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Inovação Tecnológica para a Amazônia (CITA). Rio Branco, 2024.  
Inclui referências bibliográficas.

1. Bambu - Anatomia. 2. Bambu – Morfologia. 3. Química vegetal. I. Silva, Berenice Kussumoto Alcântara da (orientadora).  
II. Título.

CDD: 509

Bibliotecária: Alanna Santos Figueiredo – CRB 11º/1003.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, INOVAÇÃO E TECNOLOGIA  
PARA A AMAZÔNIA – PPG-CITA

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, ANATÔMICA E  
FITOQUÍMICA PARA BIOPROSPECÇÃO DE**

*Guadua* aff. *lynnclarkiae*

MARIA ROSÁLIA NASCIMENTO DA COSTA

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 30/01/2024

---

Dra. Berenice Kussumoto Alcântara da Silva  
(Orientadora – UFAC)

---

Dra. Adamara Machado Nascimento  
(Examinadora – UFAC)

---

Dr. Marcos Silveira  
(Examinador – UFAC)

**Dedico** ao meu padrasto Raimundo Nonato Dimas Dourado (*in  
memoriam*), minha família e amigos.

À amiga Neila, que não mediu esforços para me ajudar e,  
especialmente à minha orientadora.

Gratidão pela confiança e apoio na realização desse trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus, por ter me mantido forte durante esta pesquisa, com saúde e esperança para chegar até o final.

Sou grata a Neila Fernandes, por ter me ajudado em todas as etapas e por diversas vezes ter acreditado em mim e me ajudado a superar os momentos em que pensei em desistir.

À minha família pelo apoio que sempre me deu.

Aos professores Moisés Lobão, Leila Peters e Keiti Pereira pelo apoio.

Ao PPG-CITA, pela realização deste sonho.

À FUNTAC, na pessoa dos senhores André e Rodrigo.

Aos amigos que me apoiarem e incentivaram nesta etapa de vida, especialmente ao Tiago, por sua valiosa parceria.

À minha orientadora Berenice Silva e à colaboradora Adamara Nascimento, pelos primorosos direcionamentos nesta pesquisa.

Por fim, à Universidade Federal do Acre pela elevada qualidade do ensino oferecido, em especial ao vice-reitor Josimar, que não mediu esforços quando solicitado apoio.

Seja como o bambu, incline-se diante do vento, mas nunca se quebre.  
(Provérbio Chinês)

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo principal investigar a morfologia externa e a caracterização anatômica do bambu *Guadua* aff. *lynnclarkiae*, além de realizar a análise fitoquímica dos extratos de folhas e broto dessa espécie. No **Capítulo I**, consta descrição detalhada da morfologia externa do bambu, destacando características como altura média, diâmetro do colmo e presença de espinhos nos galhos e folhas caulinares. A caracterização anatômica revelou a classificação dos feixes vasculares como do tipo V, com uma fita vascular central e bainhas de esclerênquima condensadas. No **Capítulo II**, evidencia os testes para caracterização dos extratos de folhas e brotos do bambu. Os resultados indicam que o extrato de folhas apresenta compostos químicos, dentre eles: saponina, alcaloides, flavonoides e tanino. Ao passo que o extrato de broto, contém compostos químicos do tipo alcaloides, esteróides triterpenos, flavonoides, tanino, saponina e antraquinonas. Esses resultados sugerem o potencial desses extratos como fontes de compostos bioativos. A conclusão geral deste estudo indica que o bambu *Guadua* aff. *lynnclarkiae* possui característica morfoanatômica peculiar e características fitoquímicas presentes em ambos os extratos testados. Essas descobertas contribuem para o conhecimento dessa espécie de bambu e abre oportunidade para o seu uso na produção sustentável, desenvolvimento de novos produtos e aplicações farmacêuticas. Recomenda-se a continuidade das pesquisas para aprofundar o conhecimento sobre as propriedades e aplicações desse tipo de bambu, visando sua utilização sustentável e eficiente.

**Palavras-chave:** Bambu; Morfologia Externa; Caracterização Anatômica; Fitoquímica; Sustentabilidade.

## ABSTRACT

The main objective of this work was to investigate the external morphology and anatomical characterization of bamboo *Guadua* aff. *lynnclarkiae*, in addition to carrying out phytochemical analysis of leaf and shoot extracts of this species. **Chapter I** contains a detailed description of the external morphology of bamboo, highlighting characteristics such as average height, culm diameter and the presence of thorns on the branches and stem leaves. Anatomical characterization revealed the classification of the vascular bundles as type V, with a central vascular cord and condensed sclerenchyma sheaths. **Chapter II** highlights the tests for characterizing extracts from bamboo leaves and shoots. The results indicate that the leaf extract contains chemical compounds, including saponin, alkaloids, flavonoids and tannins. While the shoot extracts contain chemical compounds such as alkaloids, triterpene steroids, flavonoids, tannins, saponins and anthraquinones. These results suggest the potential of these extracts as sources of bioactive compounds. The general conclusion of this study indicates that *Guadua* aff. *lynnclarkiae* has a peculiar morphoanatomical characteristic and phytochemical characteristics present in both tested extracts. These discoveries contribute to the knowledge of this bamboo species and open opportunities for its sustainable use, development of new products and pharmaceutical applications. It is recommended that research be continued to deepen knowledge about the properties and applications of this type of bamboo, aiming for its sustainable and efficient applications.

**Keywords:** Bamboo; External Morphology; Anatomical Characterization; Phytochemistry; Sustainability.

# LISTA DE FIGURAS

## REVISÃO DE LITERATURA

<b>Figura 1.</b> Distribuição geográfica dos bambus .....	<b>15</b>
---	-----------

### CAPÍTULO I

#### MORFOANATOMIA DE *Guadua* aff. *lynnclarkiae* DE BAMBU GIGANTE DA AMAZÔNIA

<b>Figura 1.</b> Características dos nós em <i>Guadua</i> aff. <i>lynnclarkiae</i> , em destaque: (A) Colmo jovem com seta indicando nó de coloração branca; (B) Colmo maduro com seta amarela indicando ausência de coloração em nó .....	<b>29</b>
<b>Figura 2.</b> Características dos nós em <i>Guadua</i> aff. <i>lynnclarkiae</i> : (A) Colmo com ramificações espinhosas (B) Parte de ramo com marcação em amarelo evidenciando espinhos; (C, D, E) Espinhos em ramo de 2 a 4 por nó .....	<b>30</b>
<b>Figura 3.</b> Coloração das lâminas foliares de três espécies de bambu: (1) folhas fotossintetizantes de coloração verde escuro em <i>G.</i> aff. <i>lynnclarkiae</i> ; (2) folhas fotossintetizantes de coloração verde escuro em <i>G. weberbaueri</i> ; (3) Lâmina de <i>Bambusa vulgaris</i> de coloração verde médio .....	<b>31</b>
<b>Figura 4.</b> Feixes vasculares nas três zonas da parede do bambu <i>Guadua</i> aff. <i>lynnclarkiae</i> em aumento de 40x. (A) zona externa; (B) zona central e (C) zona interna .....	<b>33</b>
<b>Figura 5.</b> Feixes vasculares tipo V de <i>Guadua</i> aff. <i>lynnclarkiae</i> em aumento 100x. (A-B-C) Feixe vascular da zona externa; (D-E) Feixe vascular da zona central; (F) Feixe vascular da zona interna .....	<b>34</b>
<b>Figura 6.</b> Feixes vasculares de <i>Guadua</i> aff. <i>lynnclarkiae</i> em aumento 100x. (A-B-C) Feixe vascular da zona externa; (D-E) Feixe vascular da zona central; (F) Feixe vascular da zona interna .....	<b>35</b>
<b>Figura 7.</b> Feixes vasculares da zona externa de <i>Guadua</i> aff. <i>lynnclarkiae</i> em aumento 100x. (A) Feixe vascular apresenta dois elementos de protoxilema; (B) Feixe vascular apresenta três elementos de protoxilema (C) Ilustração de feixe vascular com dois elementos de protoxilema; (D) Ilustração de feixe vascular com três elementos de protoxilema .....	<b>36</b>

### CAPÍTULO II

#### ANÁLISE FITOQUÍMICA DE FOLHAS E BROTO DE *Guadua* aff. *lynnclarkiae*

<b>Figura 1.</b> Local de coleta de <i>Guadua lynnclarkiae</i> em Rio Branco, Acre, Brasil.	<b>45</b>
<b>Figura 2.</b> Exsicata de <i>Guadua</i> . aff. <i>lynnclarkiae</i> catalogada no Herbário do Parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre.	<b>46</b>
<b>Figura 3.</b> (A) Secagem das folhas e broto em estufa; (B) trituração de folhas e brotos em moinho; (C) pesagem do material vegetal em pó seco.	<b>46</b>
<b>Figura 4.</b> (A) Rota-evaporação para retirada do solvente dos extratos; (B) liofilização para obtenção do extrato seco; (C) extratos secos.	<b>47</b>
<b>Figura 5.</b> Partição líquida-líquida da fase clorofórmica de folhas de <i>Gualynnclarkiae</i> .	<b>50</b>
<b>Figura 6.</b> Análises qualitativas de folhas e broto de <i>G.</i> aff. <i>lynnclarkiae</i> <i>Guadua</i> . aff. <i>lynnclarkiae</i> .....	<b>54</b>

<b>Figura 7.</b>	(A) Teste qualitativo para evidenciar a presença de flavonoides em folhas e brotos de <i>Guadua</i> aff. <i>lynnclarkiae</i> , reativo Cloreto Férrico; (B) Teste qualitativo para flavonoides em extrato de folhas e broto de <i>G.</i> aff. <i>lynnclarkiae</i> , reativo Shinoda, observando a coloração vermelho escura (reativo) à esquerda e vermelho claro à direita (não-reativo). .....	<b>56</b>
<b>Figura 8.</b>	(A) Teste qualitativo para evidenciar a presença de flavonoides em folhas e brotos de <i>Guadua</i> aff. <i>lynnclarkiae</i> , reativo Cloreto Férrico; (B) Teste qualitativo para flavonoides em extrato de folhas e broto de <i>G.</i> aff. <i>lynnclarkiae</i> , reativo Shinoda, observando a coloração vermelho escura (reativo) à esquerda e vermelho claro à direita (não-reativo). .....	<b>57</b>
<b>Figura 9.</b>	Presença de taninos em extrato hidroalcóolica bruto de folha de <i>Guadua</i> aff. <i>lynnclarkiae</i> marcada pela turvação e coloração azul esverdeada.....	<b>58</b>
<b>Figura 10.</b>	Fluxograma do processo de extração e fracionamento dos polissacarídeos obtidos por extração aquosa do broto do bambu <i>Guadua</i> .aff. <i>lynnclarkiae</i> B.....	<b>59</b>
<b>Figura 11.</b>	TLC da fração BBPB obtida do broto do Bambu. Fase móvel: acetato de etila:ácido acético: n-propanol:água (4:2:2:1, v/v); Revelador: orcinol:H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; Padrão 1 e Padrão 2 correspondem aos pontos de aplicação dos padrões.....	<b>60</b>
<b>Figura 12.</b>	Perfil de eluição em HPSEC, utilizando detector de índice de refração (RID), da fração BBPB obtida pelo processo de extração aquosa dos polissacarídeos do broto do bambu <i>Guadua</i> . aff. <i>lynnclarkiae</i> .....	<b>61</b>

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

### CAPÍTULO II - ANÁLISE FITOQUÍMICA DE FOLHAS E BROTO DE *Guadua* aff. *lynnclarkiae*

<b>Tabela 1.</b> Detecção dos metabólitos secundários e respectivas reações químicas para a caracterização fitoquímica de extratos de folhas e brotos de <i>Guadua</i> aff. <i>lynnclarkiae</i> .....	<b>47</b>
<b>Tabela 2.</b> Metabólitos estudados em folhas de <i>Guadua</i> . aff. <i>lynnclarkiae</i> , ensaio Coloração / precipitado desenvolvido .....	<b>51</b>
<b>Tabaela 3.</b> Metabólitos evidenciados em extrato aquoso de brotos de <i>Guadua</i> aff. <i>lynnclarkiae</i> , ensaio Coloração /Precipitado desenvolvido.....	<b>62</b>

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>13</b>
<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
<b>1 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO BAMBU</b> .....	<b>15</b>
<b>2 CARACTERÍSTICAS, TAXONOMIA E CLASSIFICAÇÃO DO BAMBU</b> .....	<b>16</b>
<b>3 USOS DO BAMBU NA ALIMENTAÇÃO, INDÚSTRIA FARMACÊUTICA E DE COSMÉTICOS</b> .....	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO I – MORFOANATOMIA DE <i>Guadua aff. lynnclarkiae</i> DE BAMBU GIGANTE DA AMAZÔNIA</b> .....	<b>22</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>24</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>26</b>
<b>3 RESULTADOS</b> .....	<b>29</b>
<b>3.1 Caracterização morfológica de <i>Guadua aff. lynnclarkiae</i></b> .....	<b>29</b>
<b>3.2 Caracterização anatômica microscópica</b> .....	<b>32</b>
<b>3.2.1 Caracterização qualitativa dos elementos vasculares</b> .....	<b>32</b>
<b>4 CONCLUSÃO</b> .....	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>37</b>
<b>CAPÍTULO II – ANÁLISE FITOQUÍMICA DE FOLHAS E BROTO DE <i>Guadua aff. lynnclarkiae</i></b> .....	<b>41</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>43</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>45</b>
<b>2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE COLETA</b> .....	<b>45</b>
<b>2.2 PREPARO DO MATERIAL VEGETAL PARA EXTRAÇÃO</b> .....	<b>46</b>
<b>2.3 EXTRAÇÃO HIDROALCOÓLICA</b> .....	<b>47</b>
<b>2.4 TESTES FITOQUÍMICOS QUALITATIVOS</b> .....	<b>48</b>
<b>2.4.1 Teste para taninos</b> .....	<b>48</b>
<b>2.4.2 Teste para flavonóides</b> .....	<b>49</b>
<b>2.4.3 Teste para saponinas</b> .....	<b>49</b>
<b>2.4.4 Teste para antraquinonas</b> .....	<b>49</b>
<b>2.4.5 Teste para alcalóides</b> .....	<b>50</b>
<b>2.4.6 Teste para heterosídeos cardiotônicos (esteróides e triterpenos)</b> .....	<b>51</b>
<b>2.5 EXTRAÇÃO AQUOSA DE POLISSACARÍDEOS DO BROTO DE BAMBU</b> .....	<b>51</b>

2.6	QUANTIFICAÇÃO DE METABÓLITOS PRIMÁRIOS POR ESPECTOFOTOMETRIA .....	51
2.7	CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA .....	52
2.7.1	Determinação de ácidos urônicos .....	52
2.7.2	Composição monossacarídica .....	52
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	54
3.1	ANÁLISE FITOQUÍMICA QUALITATIVA .....	54
3.2	POLISSACARÍDEOS E TEOR DE PROTEÍNAS DO BROTO DO BAMBU .....	59
3.3	PERFIL FITOQUÍMICO PRELIMINAR DO SOBRENADANTE ETANÓLICO DO BROTO DO BAMBU .....	62
4	<b>CONCLUSÃO</b> .....	63
	<b>CONCLUSÃO GERAL</b> .....	64
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	65
	<b>ANEXO</b> .....	79

## INTRODUÇÃO GERAL

O surgimento das bambusoideae data no período Cretáceo, entre 65 e 136 milhões de anos atrás (Pereira; Beraldo, 2007). Dentre as diversas espécies de plantas utilizadas pelo homem, o bambu se destaca devido às suas múltiplas formas de uso. Essa subfamília das Poaceae que possui cerca de 1.642 espécies, das quais 50 são domesticadas e 38 estão sendo atualmente estudadas (Drumond; Wiedman, 2017; INBAR, 2019). De acordo com a INBAR (2019), existem no mundo um total de 123 gêneros e 1.642 espécies de bambu distribuídos, sendo 1.521 lenhosos. Esses bambus pertencem à família Poaceae

O bambu tem uma longa história de uso no Oriente, com registros de construções antigas que evidenciam sua resistência, baixo peso e maior flexibilidade em comparação com a madeira (Filgueiras; Gonçalves, 2006). Além disso, o bambu possui importância cultural, social, econômica e ambiental (Londoño, 2010).

Subfamília Bambusoideae, e estão classificados em três tribos: Arundinarieae, com 31 gêneros 581 espécies (bambus lenhosos de clima temperado, com ocorrência nos trópicos em altas altitudes); Bambuseae, com 73 gêneros, 966 espécies (bambus tropicais lenhosos, com ocorrência fora dos trópicos); e Olyreae, com 22 gêneros (bambus herbáceos) (Londoño, 2004; Clark et al., 2015; Soreng et al 2017).

No Brasil, há poucas espécies nativas de bambu estudadas, o que se torna uma questão importante à medida que as fronteiras agrícolas se expandem, levando à perda de biodiversidade, erosão genética e possível extinção de espécies valiosas. Além disso, a cadeia de abastecimento do bambu necessita de sistemas eficientes de propagação, juntamente com uma compreensão completa da dinâmica populacional, para que o bambu possa ser utilizado de forma sustentável, sem a necessidade de colher populações selvagens (Filgueiras; Gonçalves, 2011). Existem relatórios de pesquisa sobre cultura de tecidos de bambu, mas muitos deles se concentram em espécies asiáticas (Singh et al., 2012), em vez de espécies americanas (Gutiérrez et al., 2016).

De acordo com Calegari et al. (2007), os colmos de *Guadua* são de maior interesse comercial, tanto para a construção civil quanto para as indústrias cosméticas, artesanais, moveleiras e para a produção de papel e celulose. O bambu, de forma geral, é considerado um recurso natural renovável e está inserido em um modelo de desenvolvimento sustentável, com baixo custo de produção e grande importância econômica, social e ambiental (Kibewa et al., 2008).

Os estudos morfológicos e anatômicos do bambu têm sido importantes para a sua identificação e para direcionar corretamente o seu uso. A análise das estruturas dos feixes vasculares dos colmos tem permitido a diferenciação entre gêneros e espécies (Grosser; Lisse, 1971; Liesse, 1998; Londoño, 2002).

Segundo Pereira e Beraldo (2008), a espécie mais conhecida de bambu gigante é a espécie asiática *Dendrocalamus giganteus*. A altura dos colmos varia entre 24 à 40 m e o diâmetro entre 10 a 20 cm. Essa espécie tem um bom desenvolvimento em regiões tropicais úmidas e subtropicais, em solos férteis, e suporta temperaturas mínimas de até -2°C.

Outro bambu gigante se encontra na Amazônia acreana e foi identificada como uma afinidade de *Guadua lynnclarkiae*. Existe pouca informação na literatura sobre essa espécie. Neste contexto, a presente dissertação tem como objetivo fornecer informações importantes sobre a morfologia, anatomia e composição química de *Guadua* aff. *lynnclarkiae*, a fim de contribuir para o conhecimento científico sobre essa espécie de bambu gigante. Esses dados podem ser relevantes para o desenvolvimento de aplicações futuras, como a utilização sustentável do bambu em diferentes setores, incluindo a indústria de construção, cosmética, farmacêutica, artesanato entre outros.

## REVISÃO DE LITERATURA

Conhecer o bambu é fundamental para obter uma compreensão aprofundada sobre esse recurso natural versátil e sustentável. Neste trabalho são explorados diversos aspectos relacionados ao bambu em geral, incluindo sua distribuição geográfica, diversidade de espécies, características morfológicas e anatômicas, propriedades físicas, potencial de uso e aplicações em diferentes setores. Além disso, o presente trabalho se baseia em estudos clássicos e recentes sobre a anatomia do bambu, sua classificação taxonômica e os avanços no desenvolvimento de técnicas de cultivo, manejo sustentável e aproveitamento econômico. Esta revisão de literatura vem consolidar o conhecimento atual sobre o bambu, fornecendo uma base sólida para futuras pesquisas e aplicações práticas desse promissor recurso natural.

### 1. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO BAMBU

O bambu está presente desde o início da civilização, sendo material para construção de abrigo, alimentação e outros benefícios para a humanidade. Sua distribuição abrange áreas da Ásia, Oceania, África e Américas, mas não ocorre naturalmente na Europa (Figura 1).

**Figura 1.** Distribuição geográfica dos bambus



Fonte: Manhães (2008)

O Brasil é o país com maior diversidade de bambu, reunindo 81% dos gêneros nativos. As espécies mais conhecidas são as taquaras, taboca, jativoca, taquaruçu ou taboca-açú, dependendo da região onde ocorrem, com distribuição que abrange a Amazônia Sul-Occidental, englobando parte do estado do Amazonas e a maior parte do estado do Acre (Londoño, 2004; Londoño; Peterson, 1991).

A Amazônia ocupa cerca de 50% do território brasileiro, abrangendo os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins. Além disso, está distribuída também em áreas territoriais da Pan-Amazônia: Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname, Venezuela, além do Brasil. A característica da floresta Amazônica é ser formada por distintos ecossistemas, como florestas densas de terra firme, florestas estacionais, florestas de igapó, campos alagados, várzeas, savanas, refúgios montanhosos e formações pioneiras, sendo predominante a presença de Florestas Ombrófilas Abertas (IBGE, 2019). Essas tipologias florestais se caracterizam pela abundância de palmeiras, cipós ou bambus em seu sub-bosque (Veloso et al., 1991).

A região sudoeste da Pan-Amazônia abriga grandes extensões de florestas de bambu lenhosos, com destaque para os gêneros *Guadua weberbaueri* e *Guadua sarcocarpa*, que cobrem aproximadamente 165.000 km<sup>2</sup> na Amazônia ocidental, sendo cerca de 92.000 km<sup>2</sup> no Brasil. Essa floresta aberta com bambu está principalmente concentrada no Estado do Acre, com partes adjacentes no Amazonas e na Amazônia peruana (Bianchini, 2005) e a maior floresta nativa contínua de bambus do mundo está localizada no Acre (Afonso; Silva, 2017).

## **2. CARACTERÍSTICAS, TAXONOMIA E CLASSIFICAÇÃO DO BAMBU**

Os bambus apresentam grande variabilidade de tamanho, havendo espécies de pequeno porte, como o *Sasa borealis* no Japão, com uma média de 50 cm de altura e espécies de grande porte, como o *Dendrocalamus giganteus* na Ásia tropical, que podem atingir altura de 40 metros ou mais (Benton, 2015).

Os bambus apresentam características biológicas e morfológicas peculiares: crescem assexuadamente por meio de rizomas ou bulbos subterrâneos, dos quais emergem as raízes e os colmos segmentados geralmente ocos. Para a reprodução sexuada, florescem apenas uma vez na vida, entre 20 e 70 anos (dependendo da espécie) e morrem após a frutificação (Clark et al., 2015; Liese et al., 2015; Guilherme et al., 2017). As características morfológicas do bambu incluem rizomas, colmos e folhas, sendo os colmos e os rizomas as estruturas mais estudadas (Filgueiras; Viana, 2017; Sá, 2019).

Entre os gêneros de bambus lenhosos, destacam-se *Merostachys*, *Chusquea* e *Guadua*. Essas espécies recebem diferentes nomes populares, como taquaruçú, taquara e taboca. Diversos estudos estão sendo realizados no Projeto Radam, que utiliza diferentes satélites para obter imagens desses indivíduos. Após várias análises por meio de geoprocessamento, foi possível comprovar que existem aproximadamente 7 milhões de hectares de bambus nativos no Acre, com destaque para a espécie *Guadua weberbaueri* (Miranda, 2016).

Os bambus apresentam três tipos de rizomas que diferem de acordo com a espécie: de acordo com

Filgueiras e Viana (2017) rizomas leptomorfo têm crescimento monopodial e geralmente são alastrantes enquanto que as espécies de rizoma paquimorfo tem crescimento simpodial, se distribuindo de forma entouceirante ou em moita são simpodiais e Spolidoro (2008) cita um terceiro tipo de rizoma, o semientouceirante de crescimento anfipodial, que dispõe de ambas as características dos demais.

O rizoma é responsável pela propagação das ramificações de forma assexuada e possui funções importantes no armazenamento de nutrientes. Normalmente, os colmos com rizomas do tipo leptomorfo crescem mais rapidamente durante o dia, enquanto os do tipo paquimorfo crescem preferencialmente durante a noite (Sá, 2019). Os bambus do tipo arborescente se destacam entre os outros devido ao seu potencial econômico e são originários da Ásia. Pertencem a gêneros como *Bambusa*, *Dendrocalamus* e *Phyllostachys*, entre outros. No continente americano, as espécies nativas de bambu com maior potencial de uso pertencem ao gênero *Guadua*, que possui rizoma do tipo paquimorfo (Miranda, 2016; Sá, 2019).

As características químicas, físicas e mecânicas do bambu são determinadas pela sua constituição estrutural, e as propriedades do colmo são principalmente definidas pela estrutura anatômica (Luís et al., 2017). Os feixes vasculares apresentam variações em sua composição celular, organização dos tecidos, formato, tamanho, número e distribuição, assim como o tipo de bainha que os circunda, que pode ser parenquimática ou esclerenquimática, ao longo do colmo, tanto horizontal quanto verticalmente (Liese, 1998).

Dessa forma, o estudo anatômico se torna uma ferramenta importante para auxiliar na definição do potencial de uso e na melhor forma de utilização das diferentes espécies de bambu, além de ser uma área determinante para estudos de taxonomia nesse grupo de plantas (Luís et al., 2017). As variações na anatomia são consideradas na classificação e identificação das espécies, além de contribuírem para sua flexibilidade (Liese, 1998).

Quanto à caracterização do bambu, existe um sistema de classificação anatômica dos feixes vasculares, inicialmente proposto por Grosser e Liese (1971) com quatro tipos básicos de feixes vasculares (I, II, III e IV) baseando-se na estrutura em relação à bainha esclerenquimática, Liese (1985) acrescentou mais um tipo (V) e Lybeer (2006) complementa citando o tipo VI. O **Tipo I** – consiste em um cordão central vascular, com tecido de suporte apenas na forma de bainhas de esclerênquima; **Tipo II** – também consiste em um cordão central, com tecido de suporte apenas na forma de bainhas de esclerênquima, sendo que a bainha de esclerênquima apresenta um espaço intercelular (protoxilema) notavelmente maior do que nos outros três tipos; **Tipo III** – composto por duas partes, um cordão central vascular com bainhas de esclerênquima e uma fibra isolada do feixe; **Tipo IV** – consiste em três partes, o cordão central vascular com pequenas bainhas de esclerênquima e duas faixas de fibra isoladas, uma para fora e outra para dentro do cordão central; **Tipo V** – consiste em um tipo semiaberto representando

um mais um elo na tendência de evolução, correspondendo ao tipo III e IV, mas o fio de fibra no lado interno do sistema vascular central apresenta uma fita oposta ao protoxilema que aparece subdividida, consistindo em duas ou mais unidades separadas; **Tipo VI** – consiste em um cordão vascular central com uma grande área de floema muitas vezes alongada e oval, dois vasos metaxilemáticos de diâmetro extremamente grande e um espaço protoxilemático apenas pequeno. O esclerênquima é principalmente limitado a bainhas muito pequenas com poucas células de largura.

### **3.USOS DO BAMBU NA ALIMENTAÇÃO, INDÚSTRIA FARMACÊUTICA E DE COSMÉTICOS**

Na Ásia, o bambu é utilizado para uma infinidade de produtos, desde sua aplicação na construção civil, mobiliário, artesanato, produção de energia, tecidos, usos medicinais e até mesmo alimentação (Londoño; Clark, 2002). A produção dos colmos, de acordo com Boissière et al. (2019) e Pedrangelo et al. (2020), é de aproximadamente 6.000 a 15.000 colmos por hectare na Índia, o que gera cerca de 2,2 milhões de toneladas de bambu para a produção de papel. Segundo a FAO e o INBAR (2018), avanços tecnológicos têm levado os colmos de bambu a substituírem alguns materiais como polímeros e metais.

Com relação ao uso na alimentação o broto de bambu é consumido em forma de palmito, em vários países como Coreia, Japão, China e em outros que estão inserindo esse vegetal em suas culinárias. Nem todos os brotos de bambu são comestíveis a literatura destaca as espécies que são seguras para o consumo humano e animal *Dendrocalamus asper*, *Bambusa vulgaris*, *Phyllostachys dulcis*, *P. edulis*, *D. giganteus* (Watanabe 2016).

No Brasil o hábito de consumir broto de bambu na alimentação ainda é muito pouco comparado com outros países onde tem aumentado seu consumo, devido alto teor nutritivo as pessoas tem procurado alimentos saudáveis (Chakraborty, 2006). A China é o país que tem a maior parte da indústria de bambu totalizando uma área de 4,2 milhões de hectares de florestas de bambu, que representando 19,1 % da área mundial plantada de bambu (Chen et al., 2009).

Segundo Choudhury et al. (2012); Choudhury et al. (2015) os brotos podem ser consumidos frescos em forma de palmito, cozidos em saladas ou entre outras receitas, também utilizados para produção de picles, e biscoitos, principalmente em países orientais como Índia, China, Japão, Taiwan, Tailândia, Nepal e Butão (Choudhury et al., 2012; Choudhury et al., 2015; Singhal et al., 2013; Lise et al., 2015).

No Japão e nos Estados Unidos, o gênero *Phyllostachys* é considerado o mais importante para o consumo de brotos de bambu (Diver, 2001). Em termos de mercado de brotos de bambu, o Japão importou o equivalente a 150 milhões de dólares americanos, seguido pelos Estados Unidos, que importaram mais

de 47 milhões de dólares americanos em 2018 (INBAR, 2019). A China é o principal fornecedor e produtor mundial, com exportações que atingiram 308 milhões de dólares americanos em 2018, considerando apenas os brotos de bambu (INBAR, 2019).

No Brasil, a introdução do broto de bambu na alimentação ocorreu com a imigração dos chineses em 1812, no Rio de Janeiro, com a introdução das espécies *Phyllostachys bambusoides* e *Phyllostachys aurea*. O consumo do broto de bambu se intensificou no estado de São Paulo com a chegada de imigrantes japoneses em 1908, que introduziram a espécie *Phyllostachys pubescens* na produção (Korte, 2018).

Além dos brotos, os colmos jovens de *Dendrocalamus asper* e *Bambusa vulgaris* podem ser utilizados para a produção de farinhas, sendo fontes importantes de fibras e amido (Felisberto et al., 2017a). A farinha dos colmos jovens de bambu pode ser utilizada para a produção de massas e, após a extração do amido, é considerada um ingrediente similar à fibra de trigo branca, com alto teor de fibras insolúveis (Felisberto et al., 2017b). O consumo de fibras insolúveis em massas pode ter efeitos benéficos para a saúde, que vão desde a redução de riscos de doenças cardiovasculares até a prevenção do câncer de cólon (Rodríguez et al., 2006).

Os colmos de bambu também podem ser utilizados para a fabricação de vinho (Liese et al., 2015). É interessante notar que, entre as milhares de espécies existentes, apenas uma é utilizada para esse fim, a *Oxytenanthera abyssinica*, na Tanzânia, onde os plantios são realizados em propriedades familiares geridas de acordo com métodos agrícolas tradicionais (Lise et al., 2015).

Com relação às folhas, na China, as espécies dos gêneros *Phyllostachys* e *Sasa* são utilizadas para a fabricação de cerveja e chás, respectivamente (Singhal et al., 2013; Liese et al., 2015). Os frutos de bambu também podem ser utilizados na alimentação, como é o caso da espécie *Melocanna baccifera*, que produz frutos relativamente grandes (em comparação com outros bambus) e que são utilizados como fonte de proteínas na Índia (Liese et al., 2015).

Com relação ao uso do bambu em fármacos e cosméticos as folhas são usadas para produção de sabonetes, shampoos, desodorantes, aromatizantes de ambientes, entre outros produtos abre um amplo leque de oportunidades. Nos países orientais, desde tempos antigos, o conhecimento tradicional mostra a utilização dos brotos de bambu em preparações farmacêuticas, como o sal de bambu, o vinagre de bambu e extratos de bambu, que são eficazes no controle do diabetes e na manutenção dos níveis de colesterol dentro dos limites normais (Singhal et al., 2013).

Extratos de bambu têm sido utilizados na Coreia para o tratamento de hipertensão, sudorese e paralisia (Hossain et al., 2015). Além disso, foi comprovado que o extrato de bambu possui atividades antioxidantes e efeitos anti-inflamatórios (Hu et al., 2000; Jung et al., 2005).

*Bambusa arundinacea* é uma planta medicinal ayurvédica amplamente reconhecida no Oriente.

Diferentes partes dessa planta, como folhas, raízes, brotos e sementes, possuem propriedades anti-inflamatórias, antidiabéticas, antioxidantes, vermífugas e adstringentes (R et al., 2015). A raiz queimada de *Bambusa arundinacea* é aplicada em casos de micoses, gengivites e artrites. A casca é usada no tratamento de erupções cutâneas. As folhas possuem propriedades antilepróticas e atividades anticoagulantes, que podem ser utilizadas no tratamento da hemoptise (Hossain et al., 2015).

Brotos fermentados de *Bambusa tulda* e *Dendrocalamus giganteus* são usados como matéria-prima para a produção de drogas esteroides na Índia (Srivastava, 1990). Brotos de *Bambusa vulgaris* também são utilizados em medicamentos para o tratamento de icterícia (Nirala et al., 2017).

Na China, o consumo de brotos de bambu contribui com aproximadamente 46% da ingestão diária de antioxidantes. Espécies do gênero *Phyllostachys* são as mais utilizadas. Além disso, os colmos jovens também podem ser aproveitados, como os da espécie *Phyllostachys glauca*, que são torrados para produzir um suco de bambu utilizado em remédios (Singhal et al., 2015).

No Brasil, rizomas de *Guadua paniculata* são tradicionalmente utilizados para o tratamento de infecções e dor. No entanto, as bases farmacológicas responsáveis por seus efeitos terapêuticos foram descritas recentemente no estudo de (Sousa et al., 2021).

De acordo com Osse e Meirelles (2011), o bambu tem potencial para minimizar problemas climáticos em espaços urbanos quando utilizado em manejo controlado, contribuindo para a expansão de áreas verdes.

## CAPÍTULO I

### **MORFOANATOMIA DE *Guadua* aff. *lynnclarckiae*, UM BAMBU GIGANTE DA AMAZÔNIA**

### **MORPHOANATOMY OF *Guadua* aff. *lynnclarckiae*, A GIANT BAMBOO FROM THE AMAZON**

**Maria Rosália Nascimento da Costa**

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0001-0047-6282>

Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil

**E-mail:** [rosalia.nascimento@sou.ufac.br](mailto:rosalia.nascimento@sou.ufac.br)

**Neila Cristina de Lima Fernandes**

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6557-633X>

Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil

**Berenice Kussumoto Alcântara da Silva**

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5758-7530>

Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil

Este capítulo foi submetido ao periódico Brazilian Journal of Botany – Revista com Qualis A4 (online) (ISSN 0100-8404).

## RESUMO

O gênero *Guadua* é amplamente encontrado no estado do Acre e apresenta um potencial promissor para diversas aplicações, embora ainda seja subestimado. A morfologia e a anatomia do bambu desempenham um papel crucial na identificação botânica e fornecem informações valiosas para trabalhos de bioprospecção, além de influenciarem as propriedades do material. Nesse contexto, este projeto teve como objetivo realizar a descrição morfológica e a caracterização anatômica dos colmos maduros do bambu *Guadua* aff. *lynnclarkiae*. Para a análise, foram confeccionadas exsicatas que foram depositadas no herbário da UFAC sob o número 28.476 e 28.669, e amostras de colmos foram coletadas em plantio existente na sede da FUNTAC - Fundação de Tecnologia do Estado do Acre. As lâminas anatômicas foram observadas por meio de microscopia óptica. Observou-se que os feixes vasculares dos colmos apresentaram diferenças em tamanho entre o metaxilema e o floema, os quais aumentaram de tamanho em direção ao interior do colmo (parte oca), enquanto a espessura das fibras diminuiu. Com base na análise comparativa, propõe-se a classificação do feixe vascular de *Guadua* aff. *lynnclarkiae* como um novo tipo de feixe, descrito neste estudo.

**Palavras-chave:** Bambusae; Feixes vasculares; Fibras.

## ABSTRACT

The genus *Guadua* is widely found in the state of Acre and holds promising potential for various applications, although it is still underestimated. The morphology and anatomy of bamboo play a crucial role in botanical identification and provide valuable information for bioprospecting work, as well as influencing material properties. In this context, the aim of this project was to perform the morphological description and anatomical characterization of mature culms of *Guadua* aff. *lynnclarkiae* bamboo. For the analysis, herbarium specimens were prepared and deposited in the UFAC herbarium under the number 22,247, and culm samples were collected from an existing plantation at the headquarters of FUNTAC - Foundation of Technology of the State of Acre. The anatomical slides were observed using optical microscopy. It was observed that the vascular bundles of the culms exhibited differences in size between the metaxylem and phloem, which increased in size towards the interior of the hollow culm, while the thickness of the fibers decreased. Based on comparative analysis, the classification of the vascular bundle of *Guadua* aff. *lynnclarkiae* as a new type of bundle, described in this study, is proposed.

**Keywords:** Bambusae; Vascular bundles; Fibers.

## 1 INTRODUÇÃO

Existem cerca de 1.642 espécies de bambu catalogadas cientificamente em todo o mundo, distribuídas em 119 gêneros (Clark et al., 2015; INBAR, 2019). Contudo, novas espécies e variedades continuam sendo descobertas regularmente (Oliveira, 2013). No Brasil, são conhecidas 258 espécies de bambus nativos, pertencentes a 35 gêneros (Filgueiras, 2017; Drummond; Wiedman, 2017), incluindo o gênero *Guadua*.

O gênero *Guadua* Kunth, pertencente à subtribo *Guaduinae*, é endêmico das Américas e abriga as maiores e mais importantes espécies economicamente relevantes na América tropical (Londoño; Clark, 2002). Com aproximadamente 30 espécies, sua distribuição ocorre desde o México até o norte da Argentina e Paraguai, com o centro de diversidade concentrado na Amazônia Ocidental e na Bacia do Orinoco (Shirasuna, 2023).

No Brasil, foram descritas 22 espécies do gênero *Guadua*, sendo 06 espécies e 01 subespécie são consideradas endêmicas: *G. calderoniana*, *G. maculosa*, *G. magna*, *G. refracta*, *G. tagoara*, *G. tagoara* subsp. *glaziovii* e *G. virgata* (Reflora, 2023). O Estado do Acre abriga as maiores reservas naturais de *Guadua* (Silveira, 2005; Pereira; Beraldo, 2007; Silva, 2019). Localizado no sudoeste da Amazônia brasileira, esse estado possui vastas florestas abertas de bambu (Silva; Pereira; Silva, 2019; Silva et al., 2020), cobrindo área de aproximadamente 165.000 a 180.000 quilômetros quadrados, estendendo-se também pelo sudeste do Peru e norte da Bolívia (Silveira, 2005).

No Acre, as espécies de bambu mais comuns são *G. sarcocarpa* Londoño & P.M. Peterson e *G. weberbaueri* Pilg. (Carvalho et al., 2013). *G. superba* Huber, *G. glomerata* Munro e *G. paniculata* Munro também são espécies amazônicas presentes na flora do Acre (Reflora, 2023). Adicionalmente às cinco espécies mencionadas, foram recentemente descritas mais quatro espécies na flora do Acre: *Guadua chaparensis*, *Guadua* aff. *chaparensis* Londoño & Zurita, *Guadua lynnclarkiae* e *Guadua* aff. *lynnclarkiae* Londoño (Silva et al., 2020). *Guadua chaparensis* é um bambu lenhoso, caracterizado por colmos de coloração verde esbranquiçada. Já *Guadua* aff. *chaparensis* é uma espécie arbórea e lenhosa, com rizoma paquimorfo. Seus colmos alcançam de 18 a 25 metros de altura, com diâmetro de 7 a 12 cm, apresentando uma forma ereta na base e curvando-se do meio até o ápice. Ambas as espécies são encontradas ao longo de riachos e rios e são conhecidas pelos nomes populares de taboca ou taquara (Londoño; Zurita, 2008).

*G. lynnclarkiae* é nativa da região de Moyobamba, localizada no Departamento de San Martín, noroeste do Peru, sendo frequentemente encontrada nas margens de rios e córregos (Londoño, 2013). Em 2017, foi observada a ocorrência natural de uma espécie semelhante denominada *Guadua* aff. *lynnclarkiae* em manchas de vegetação na Vila do V, município de Porto Acre, Acre. Essa espécie é popularmente conhecida como "taboca, tabocão ou taboca gigante" e possui um hábito arbóreo, atingindo uma altura entre 20 e 27 metros. Trata-se de um bambu lenhoso e espinhoso, caracterizado por um rizoma paquimorfo e ciclos reprodutivos longos. Seus colmos são cilíndricos e ocos, com um diâmetro variando de 9 a 17 cm (Silva, 2019).

A classificação dos bambus, em sua maioria, é baseada em características morfológicas (Clark et al., 2015). No entanto, a documentação adequada de muitas espécies de bambu é limitada devido às dificuldades nos estudos taxonômicos, que também dependem de informações sobre inflorescência e morfologia floral (Shalini et al., 2013). Isso torna desafiador o uso de características fenotípicas para a identificação precisa das espécies. Conforme destacado por Filgueiras e Santos-Gonçalves (2006), é importante investigar a divergência genética nos bambus, a fim de obter dados sobre sua evolução por especiação, bem como para a conservação e aproveitamento adequado dos recursos das espécies mais promissoras.

Os estudos de distinção genética empregam a caracterização morfológica utilizando descritores quali-quantitativos que são observáveis, distinguíveis e mensuráveis. Essa abordagem apresenta vantagens como praticidade, baixo custo, facilidade no manuseio dos dados e eficiência na quantificação da divergência genética entre acessos (Rodrigues et al., 2010). No entanto, no caso específico dos bambus, ainda é insuficiente a quantidade de estudos que utilizam descritores morfológicos para a caracterização genética dessas espécies.

Este estudo segue as proposições de Pereira e Beraldo (2007) e Generoso (2014) em relação aos descritores morfológicos qualitativos e quantitativos, os quais são baseados em características do colmo, ramificações e folhas. No que diz respeito à anatomia dos colmos de bambu, que são lenhosos, mas possuem uma estrutura primária de monocotiledôneas com xilema e floema primários organizados em feixes vasculares, há poucos estudos detalhando sua anatomia (Grosser; Liese, 1971; Londoño et al., 2002; Rodrigues et al., 2021). Complementando a análise da morfologia externa, a caracterização anatômica microscópica também desempenha um papel importante na identificação. Para isso, utilizou-se o sistema de classificação anatômica dos feixes vasculares em bambus proposto por Grosser e Liese (1971)

e Liese (1985), além de se basear pelas ilustrações de Rusch et al. (2018) para complementar este estudo com desenhos dos feixes vasculares do tipo V.

No contexto de estudos de bioprospecção utilizando plantas, a identificação científica da espécie representa um desafio significativo. A identificação de uma planta implica em reconhecer um espécime específico como semelhante a uma descrição existente ou a outra planta previamente identificada. É fundamental realizar uma identificação correta da espécie, pois uma identificação incorreta ou imprecisa pode invalidar todo o trabalho de bioprospecção (Matos, 2009). Portanto, o objetivo deste estudo é descrever a morfologia de *Guadua* aff. *lynnclarkiae* e realizar uma caracterização anatômica detalhada, com o propósito de fornecer subsídios para futuros trabalhos de identificação e bioprospecção.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

No estudo da morfoanatomia dos colmos de *Guadua* aff. *lynnclarkiae* e sua identificação botânica, coletou-se materiais vegetais em outubro de 2021 de um bambuzal estabelecido em 2006 pelos funcionários da Fundação de Tecnologia do Estado do Acre - FUNTAC.

A população de *Guadua* aff. *lynnclarkiae* encontra-se na região de várzea do município de Rio Branco, Acre. Essa região é caracterizada pela presença de palmeiras e lianas. O bambuzal está localizado em um lote particular adjacente à FUNTAC, com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 9° 11' 50,8" Sul e Longitude 71° 58' 12,1" Oeste, e altitude de 143 metros. O clima na região é equatorial úmido, com uma precipitação anual de aproximadamente 2.200 a 2.500 mm e uma temperatura média anual variando de 22°C a 26°C (ACREBIOCLIMA, 2022).

A coleta do material vegetal foi realizada de forma aleatória, utilizando um método destrutivo para a retirada das subamostras. Os bambus foram seccionados com o auxílio de um motosserra portátil, a fim de particionar cada colmo. Posteriormente, um facão foi utilizado para remover as folhas e pequenos ramos, preparando as exsiccatas. A partir da amostra populacional, foram montadas exsiccatas que foram depositadas no Herbário do Parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre, com o número UFACPZ: 28.476 e 28.669.

A caracterização morfoanatômica foi conduzida em duas plantas da espécie, uma representando um colmo jovem e outra representando um colmo maduro. Essa caracterização envolveu a coleta de dados qualitativos e quantitativos, com o propósito de descrever os atributos

que permitem identificar e caracterizar o material vegetal, utilizando informações relacionadas ao fenótipo do indivíduo. Para esse fim, foram adaptadas as metodologias propostas por Pereira e Beraldo (2007) e Generoso (2014).

A distinção entre broto, colmo jovem e colmo maduro foi realizada conforme a proposição de Pereira e Beraldo (2007), que oferecem descritores qualitativos para auxiliar na determinação da maturação do bambu. Nesse sentido, foram realizadas observações diretas nos colmos de bambu, levando em consideração pontos e manchas, bem como a avaliação da coloração.

Após a obtenção do material vegetal, a caracterização morfológica foi realizada com base em descritores qualitativos e quantitativos, seguindo metodologia adaptada de Generoso (2014). Foram estabelecidos 14 descritores qualitativos para avaliar o colmo, as ramificações e as folhas, como: hábito, forma e coloração do colmo, caracteres dos nós, espinhos pilosidade e preenchimento dos entrenós, coloração e pilosidade da bainha do colmo, posição, pilosidade e coloração da lâmina da bainha, desenvolvimento e aurículas e lígulas; além de proposição de 03 (três) descritores quantitativos para o colmo, tais como: altura da planta, diâmetro e espessura do colmo. E, a fim de avaliar a coloração da lâmina foliar, também foram empregadas escalas de intensidade de cor verde conforme proposto por Generoso (2014), usada para determinação da intensidade das colorações verde da lâmina foliar do ramo.

Durante a caracterização quantitativa, foram tomadas medidas de comprimento, diâmetro e espessura dos colmos por meio do uso de uma trena. As amostras da base dos colmos foram submetidas a um processo de secagem em uma estufa com circulação de ar forçada, mantida a uma temperatura de 100 °C. Em seguida, o material foi preparado em blocos através de cortes longitudinais paralelos às fibras, utilizando uma lâmina larga de estilete com aproximadamente 1 cm de espaçamento entre os cortes. Posteriormente, foi realizado um corte transversal às fibras, resultando em um bloco com dimensões de 2 cm de altura x 1 cm de largura x espessura do colmo. Essas amostras foram processadas por microtomia, utilizando o micrótomo Leica SM 2010 de deslizamento, resultando em cortes transversais com espessura entre 35 µm e 40 µm, adequados para avaliação.

A caracterização qualitativa dos feixes vasculares foi realizada seguindo as metodologias propostas por Grosser e Liese (1971), Liese (1985) e Rusch et al. (2018). Para a obtenção das lâminas histológicas, foram utilizadas amostras dos entrenós dos colmos. O processo de preparação das lâminas seguiu o método modificado de Franklin, conforme descrito por Berlyn e Miksche (1976). Os cortes transversais, com uma espessura entre 35 µm e 40 µm, foram submersos em uma solução de hipoclorito de sódio a 1% por 2 minutos, seguidos por

uma lavagem com água destilada. Em seguida, as lâminas foram imersas no corante Safranina Basic Red por 2 minutos e passaram por uma sequência de imersões em álcool com concentrações de 50%, 70% e 96%. Por fim, as lâminas foram mergulhadas em água destilada para remover o excesso de substâncias.

De acordo com Liese (1980), o colmo do bambu é composto por aproximadamente 50% de parênquima, 40% de fibras e 10% de vasos e condutores de seiva. Para a medição dos elementos dos feixes vasculares, adotou-se a proposta de Grosser e Liese (1971), que divide o colmo do bambu em quatro zonas: periférica, transição, central e interior. No entanto, para a espécie em estudo, a zona de transição não foi diferenciada devido à sua pequena proporção no colmo. Assim, as zonas foram divididas em três partes: parte externa da parede do colmo, parte central da parede do colmo e parte interna da parede do colmo.

Em cada zona, foram selecionados dois quadrados com um aumento de 40x para estimar a quantidade de elementos de vaso por mm<sup>2</sup>. As lâminas foram observadas utilizando uma câmera Leica Application Suite acoplada a um microscópio, e as imagens foram capturadas por meio do software TCCapture. Utilizando a ferramenta Measure, foram realizadas medições da área e do diâmetro dos elementos de vaso. Em um aumento de 40x, foram medidos as áreas e os diâmetros dos vasos vasculares (xilema e floema) e das fibras esclerenquimáticas, comparando-se os valores nas diferentes zonas: externa, central e interna. Essas medidas contribuíram para a caracterização da espécie *G. aff. lynnclarkiae* no sistema de classificação anatômica dos feixes vasculares em bambus, o conforme proposto por Grosser e Liese (1971), o feixe vascular de bambu contém: cordão de fibras; parênquima; bainha de esclerênquima; floema, metaxilema, protoxilema, espaço intercelular derivado de protoxilema.

Para a maceração das fibras, foi adotada a metodologia descrita por Nicholls e Dadswell (1962), conforme instruções de Ramalho (1987). Essa técnica envolve o uso de uma solução macerante composta por ácido acético glacial e peróxido de hidrogênio na proporção de 1:1. Os fragmentos das amostras foram colocados em tubos de ensaio de 25 ml, nos quais foram adicionados 3 ml de ácido acético e 3 ml de água oxigenada. Os tubos foram vedados com algodão e mantidos em uma estufa a 60 °C por um período de 48 horas. Após esse tempo, lâminas histológicas foram preparadas a partir das amostras.

Em placas de Petri, as fibras foram submetidas a uma sequência de corantes, incluindo azul de astra, safranina e violeta genciana. O violeta genciana foi escolhido devido à sua maior aderência à parede das fibras, tornando-as mais visíveis. Em seguida, as fibras foram lavadas com água para remover o excesso de corante. As fibras que passaram pela análise microscópica

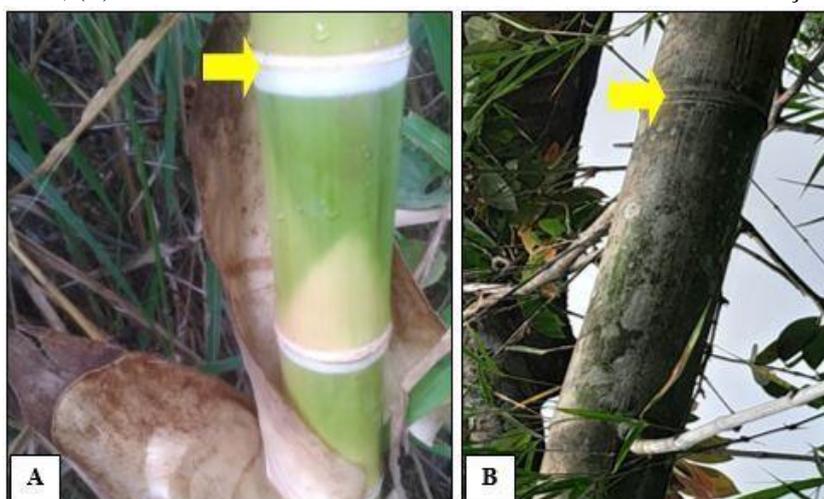
foram colocadas em uma lâmina de vidro contendo uma gota de glicerina, e uma lamínula foi aplicada sobre a amostra, com cuidado para evitar a formação de bolhas e facilitar a visualização.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Caracterização morfológica de *Guadua aff. lynnclarkiae*

Durante a caracterização morfológica, foram observados os descritores qualitativos para diferenciar o colmo jovem do colmo maduro. No caso do colmo jovem, notou-se uma coloração verde lustroso e ausência de manchas nos entrenós. Além disso, foram identificadas folhas caulinares nos nós inferiores do colmo jovem. Por outro lado, o colmo maduro apresentou uma coloração marrom-amarelada fosca, com manchas decorrentes do crescimento de líquens. Assim, foi observado que *Guadua aff. lynnclarkiae* no colmo jovem, os nós apresentam uma coloração branca com uma faixa de pelos distintiva (Figura 1A), enquanto no colmo maduro são visíveis linhas nodais horizontais pronunciadas e uma coloração mais escura (Figura 1B).

**Figura 1.** Características dos nós em *Guadua aff. lynnclarkiae*, em destaque: (A) Colmo jovem com seta indicando nó de coloração branca; (B) Colmo maduro com seta amarela indicando ausência de coloração em nó.



Fonte: Autora (2023)

A pesquisa de Greco e Zannin (2017) corrobora as informações apresentadas, afirmando que bambus maduros podem apresentar fungos e líquens em sua superfície. Isso ocorre devido ao aumento da resistência dos colmos de bambu à medida que envelhecem, devido à menor umidade e circulação de seiva, o que reduz a possibilidade de ataques de insetos. Além disso, os mesmos autores mencionam que a posição do bambu na touceira também pode indicar sua

idade, sendo os colmos centrais provavelmente os mais antigos. Essas observações foram constatadas também nesta pesquisa.

Durante a caracterização morfológica, foram observadas 14 características qualitativas dos colmos, ramificações e folhas. Foi constatado que os indivíduos apresentam hábito arborescente, com base ereta e curvatura em seu ápice. Os colmos exibem uma coloração uniforme e possuem formato cilíndrico. Os entrenós da espécie são lisos (glabros), ou seja, não possuem pêlos e também são ocos.

Nos descritores de caracteres nos nós, foi observado que a espécie apresenta espinhos nos nós, podendo ou não desenvolver suplementos foliares no final (Figura 2A). Além disso, foram identificados ramos primários solitários e espinhosos (Figura 2B), com a presença de um a quatro espinhos por nó (Figura 2CDE).

**Figura 2.** Características dos nós em *Guadua* aff. *lynneclarkiae*: (A) Colmo com ramificações espinhosas (B) Parte de ramo com marcação em amarelo evidenciando espinhos; (C, D, E) Espinhos em ramo de 2 a 4 por nó.



Fonte: Autora (2023)

Os colmos da espécie apresentam lâmina da bainha ereta, coriáceas, em formato triangular e uma coloração marrom avermelhada distintiva. É importante notar que a lâmina da bainha é caracterizada pela presença de uma pilosidade conspícua, representada por pequenos espinhos de tonalidade escura, os quais podem causar irritações na pele de quem os manuseia.

Já as lâminas foliares dos ramos exibem uma coloração verde escuro característica e possuem formato lanceolado, com ápice cuneado, que durante o processo de desrama, as lâminas foliares se fecham ao meio longitudinalmente, adquirindo um aspecto linear. Ao

comparar as lâminas foliares de *Guadua* aff. *lynnclarkiae* com as de duas outras espécies de bambu, *Guadua weberbaueri* (Silva et al., 2020) e *Bambusa vulgaris*, pode-se observar diferenças na coloração. Enquanto as lâminas de *Guadua* aff. *lynnclarkiae* e *Guadua weberbaueri* possuem tonalidade verde escuro, a lâmina de *Bambusa vulgaris* apresenta uma cor verde médio (Figura 3).

**Figura 3.** Coloração das lâminas foliares de três espécies de bambu: (1) folhas fotossintetizantes de coloração verde escuro em *G. aff. lynnclarkiae*; (2) folhas fotossintetizantes de coloração verde escuro em *G. weberbaueri*; (3) Lâmina de *Bambusa vulgaris* de coloração verde médio.



Fonte: Autora (2023)

Foi realizada análise da presença de pilosidade nas faces adaxial e abaxial, assim como nas bordas das lâminas foliares. Verificou-se que a espécie em estudo apresenta pilosidade em ambas as faces e ao longo das bordas das lâminas. No descritor de desenvolvimento de aurículas, foi constatado que a espécie em estudo apresenta aurículas discretas. Além disso, na região de junção entre a lâmina e a bainha, foi identificada a presença da lígula externa, localizada na face abaxial da folha.

A classificação de bambus é baseada em caracteres morfológicos que, apesar de serem influenciados pelas condições ambientais, são considerados confiáveis e importantes para estudos de diversidade (Das et al., 2008). *Guadua* aff. *lynnclarkiae* é uma espécie recentemente descrita, o que resulta em poucos estudos sobre sua morfologia. No entanto, alguns dos caracteres morfológicos qualitativos mencionados anteriormente, como hábito, forma e coloração dos colmos, caracteres dos nós, coloração e pilosidade da bainha do colmo, foram confirmados por Silva (2019).

Cada bambu apresenta características morfológicas quantitativas, como altura, diâmetro, espessura das paredes e crescimento, que são distintas entre si e variam de acordo

com a idade (Nunes et al., 2021). O bambu jovem estudado possui altura de 12 metros, com diâmetro do colmo de 11 cm e espessura de 2,3 cm. Já o bambu maduro possui 14 metros de altura, com 9 cm de diâmetro do colmo e respectiva espessura de 1,9 cm.

As características morfológicas quantitativas desempenham um papel fundamental na seleção da espécie de bambu mais adequada para diferentes aplicações (Wahab et al., 2010). Bambus mais altos, com maior espessura das paredes e diâmetro do colmo, são frequentemente utilizados na construção civil, produção de carvão vegetal, indústria moveleira (Generoso, 2014) e como materiais de construção (Caeiro, 2010). Por outro lado, espécies com colmos mais baixos e diâmetros menores são indicadas para fins ornamentais e paisagismo (Generoso, 2014).

A espécie *Guadua* aff. *lynnclarkiae* possui colmos com altura variando de 20 a 27 metros e diâmetro de 9 a 17 centímetros, conforme descrito por Silva (2019). No presente estudo, os exemplares dessa espécie apresentaram altura de 12 metros e 14 metros, diâmetros de 9 centímetros e 11 centímetros, e espessura das paredes do colmo de 1,9 centímetros e 2,3 centímetros. Portanto, essa espécie possui um grande potencial de uso na construção civil, produção de carvão vegetal, indústria moveleira e como material de construção.

## **3.2 Caracterização anatômica microscópica**

### **3.2.1 Caracterização qualitativa dos elementos vasculares**

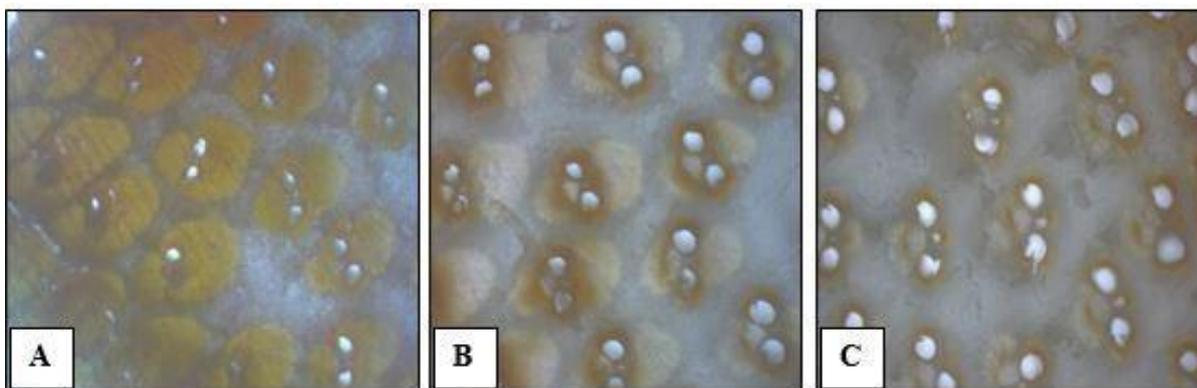
O colmo de *Guadua* aff. *lynnclarkiae* é composto por tecidos que incluem células de parênquima, feixes vasculares e fibras. A composição dessas células parenquimáticas pode variar de acordo com a espécie, a época do ano e a idade dos colmos (Sobrinho Júnior, 2010).

Ao observar as três zonas da parede do colmo de *Guadua* aff. *lynnclarkiae*, nota-se que a zona externa apresenta feixes de fibras mais densos e elementos vasculares menores. À medida que nos aproximamos das zonas central e interna, observa-se um aumento gradual das células de parênquima. Nessas zonas, há um espaço maior entre os feixes vasculares, com uma proporção relativamente menor de fibras.

Grosser e Liese (1971) afirmam que os feixes vasculares próximos à zona externa são menores e mais numerosos, resultando em uma menor presença de células do parênquima entre eles. Esses padrões podem ser observados na Figura 4A, onde é evidente uma área reduzida de parênquima entre os feixes na zona externa, enquanto na zona central os feixes são mais

espaçados e intercalados por células de parênquima (Figura 4B), aumentando gradativamente o espaçamento entre os feixes na zona interna (Figura 4C).

**Figura 4.** Feixes vasculares nas três zonas da parede do bambu *Guadua* aff. *lynnclarkiae* em aumento de 40x. (A) zona externa; (B) zona central e (C) zona interna.



Fonte: Autora (2023)

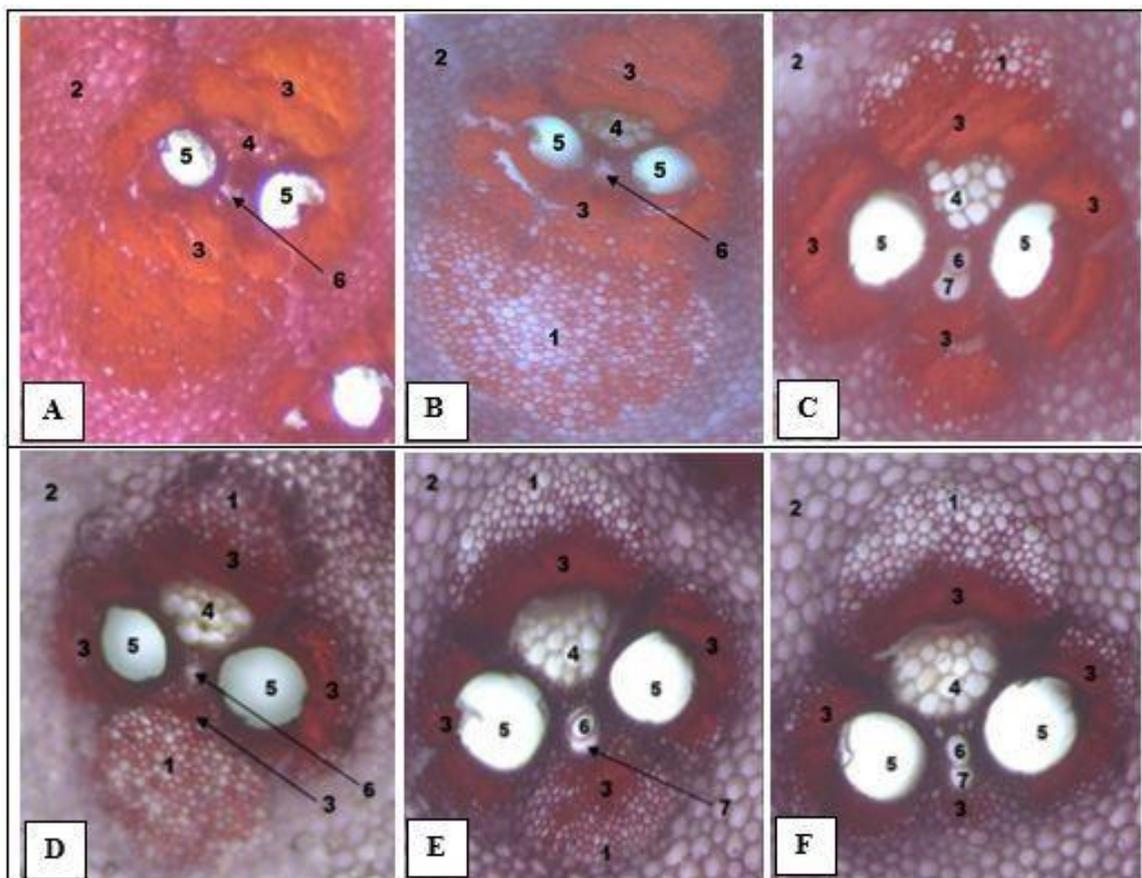
De acordo com Rusch et al. (2018), as diferenças anatômicas dos feixes vasculares são influenciadas pela altura do entrenó e pela espessura da parede, o que leva a uma estruturação distinta nos entrenós da base em comparação com a parte média e superior do colmo. Apesar de haver um padrão geral de feixes fibrovasculares nos entrenós, observa-se variação em sua forma, tamanho e quantidade ao longo das zonas externa, central e interna. Isso indica uma correlação entre as características morfológicas e histológicas, especialmente quando consideramos que as diferenças anatômicas são mais acentuadas à medida que a espessura da parede diminui (Liese, 1985).

Essas diferenças anatômicas nos feixes vasculares permitem estabelecer uma classificação para agrupar o gênero em tipos um dos tipos: I, II, III, IV, V e VI. De acordo com Liese (1985), o tipo V apresenta um feixe vascular constituído apenas pela fita vascular central. O tecido de suporte exibe bainhas de esclerênquima dentro da fita vascular central, sendo que a bainha de esclerênquima do protoxilema é notavelmente menor em relação às outras. Os cordões de fibra próximos ao protoxilema estão densamente agrupados junto à fita vascular central.

Ao comparar os dados obtidos com a literatura, foi observado por Rodrigues et al. (2021) em *Guadua weberbaueri*, onde também foram observados os cordões de fibra condensados junto à fita vascular central, o que também se verifica na espécie estudada. Portanto, a caracterização anatômica qualitativa dos feixes vasculares nas três zonas da parede do colmo

da espécie *G. aff. lynnclarkiae* foi realizada por meio de imagens ampliadas em 100x, enquadrando-a, assim, no tipo V (Figura 5).

**Figura 5.** Feixes vasculares tipo V de *Guadua aff. lynnclarkiae* em aumento 100x. (A-B-C) Feixe vascular da zona externa; (D-E) Feixe vascular da zona central; (F) Feixe vascular da zona interna.



Fonte: Autora (2023)

Legenda: (1) cordão de fibras; (2) parênquima; (3) bainha de esclerênquima; (4) floema, (5) metaxilema, (6) protoxilema, (7) espaço intercelular derivado de protoxilema.

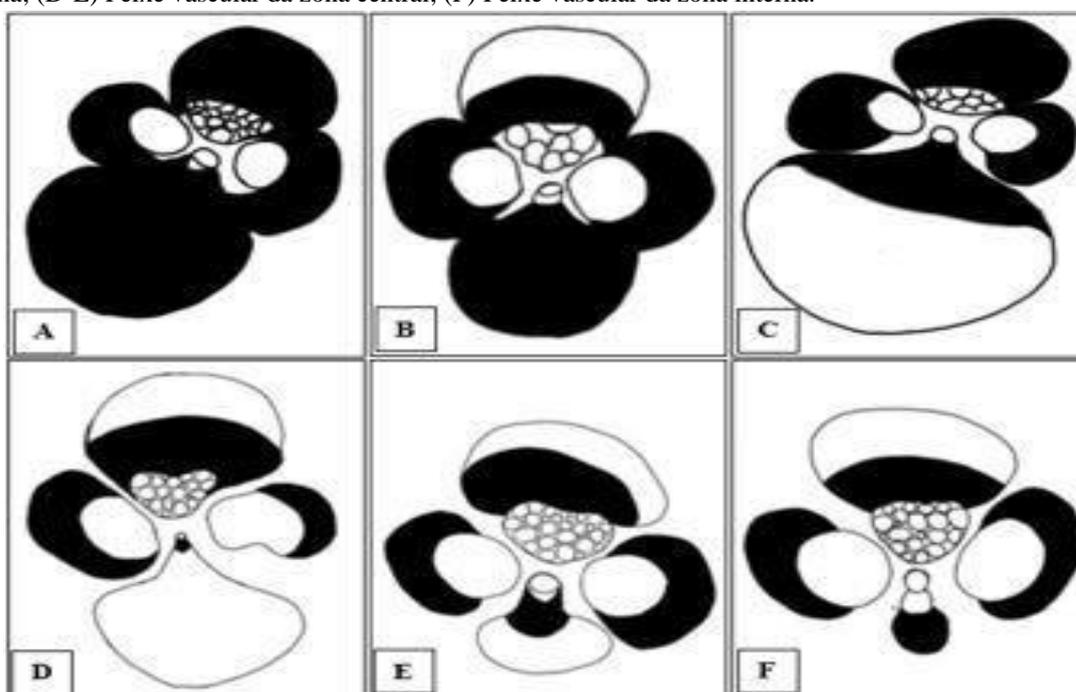
A figura 5A apresenta feixe vascular na zona externa, composto por bainhas de esclerênquima envolvendo o floema, metaxilema e protoxilema. Não se observa o espaço intercelular nem cordão de fibras. Na figura 5B há cordão de fibras localizado na parte inferior da bainha de esclerênquima que envolve o metaxilema e protoxilema, ao passo que a figura 5C mostra feixe fibrovascular composto por um cordão de fibras localizado na parte superior da bainha de esclerênquima do floema. O tecido de suporte apresenta bainhas de esclerênquima dentro da fita vascular central, sendo que a bainha de esclerênquima do protoxilema é notavelmente maior em relação às outras. Os cordões de fibra próximos ao protoxilema e metaxilema estão densamente agrupados junto à fita vascular central.

As figuras 5D e 5E exibem feixes fibrovasculares na zona central, compostos pela fita vascular central e dois cordões de fibras. Há um cordão de fibras na parte superior da bainha de esclerênquima do floema e outro próximo à bainha de esclerênquima do protoxilema. O tecido de suporte também apresenta bainhas de esclerênquima dentro da fita vascular central, e os cordões de fibra próximos ao protoxilema e metaxilema estão condensados junto à fita vascular central. É importante notar que a bainha de esclerênquima do protoxilema aumenta à medida que se aproxima da zona interna. Portanto, a figura 5D representa um feixe no sentido das zonas central-externa, enquanto a figura 5E representa um feixe presente no sentido das zonas central-interna.

A figura 5F ilustra um feixe fibrovascular na zona interna, composto pela fita vascular central e um cordão de fibras na parte superior da bainha de esclerênquima do floema. O tecido de suporte apresenta bainhas de esclerênquima dentro da fita vascular central, sendo que a bainha de esclerênquima do protoxilema é notadamente menor em relação às outras.

Dada a importância em conhecer o sistema de de classificação anatômica dos feixes vasculares, as autoras deste trabalho propõem ilustração dos feixes vasculares tipo V presentes nas zonas externa (Figura 6A), central (Figura 6B-C) e interna (Figura 6D) da parede do colmo de *Guadua* aff. *lynnclarkiae*.

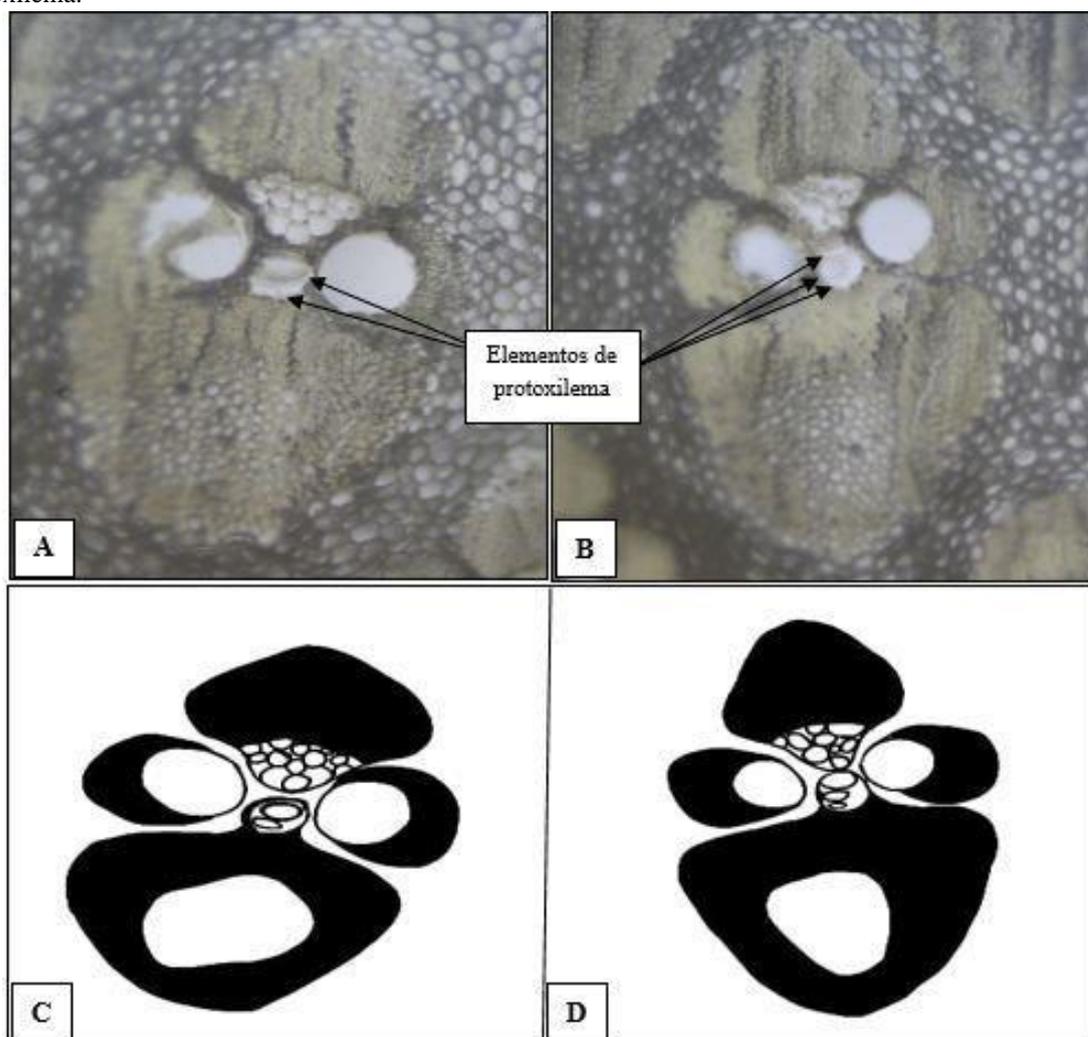
**Figura 6.** Feixes vasculares de *Guadua* aff. *lynnclarkiae* em aumento 100x. (A-B-C) Feixe vascular da zona externa; (D-E) Feixe vascular da zona central; (F) Feixe vascular da zona interna.



Fonte: Autora (2023)

De acordo com Grosser e Liese (1971) e Liese (1998) o sistema vascular do colmo dos bambus apresenta um ou dois elementos de protoxilema. Todavia, foi evidenciado que a espécie *Guadua* aff. *lynnclarkiae* apresenta até três elementos de protoxilema em sua zona externa (figuras 7A e 7B) e, complementarmente, propusemos ilustração desses feixes (figuras 7C e 7D).

**Figura 7.** Feixes vasculares da zona externa de *Guadua* aff. *lynnclarkiae* em aumento 100x. (A) Feixe vascular apresenta dois elementos de protoxilema; (B) Feixe vascular apresenta três elementos de protoxilema (C) Ilustração de feixe vascular com dois elementos de protoxilema; (D) Ilustração de feixe vascular com três elementos de protoxilema.



Fonte: Autora (2023)

#### 4 CONCLUSÃO

Neste estudo, foi realizado um detalhado exame da morfologia externa do bambu *Guadua* aff. *lynnclarkiae*, cultivado em uma área urbana no município de Rio Branco. Os indivíduos analisados apresentaram uma média de altura de 12 a 14 metros e um diâmetro

médio do colmo de 10 cm. Durante a observação, foram identificadas características distintas, como espinhos em forma de pequenos ganchos nos galhos e folhas caulinares com coloração marrom avermelhada. Foi observado que os colmos de bambu são eretos e retos, com hastes de diâmetro médio de 10 cm e espessura superior a 1 cm. Além disso, foi notada a presença de um grande número de vasos vasculares, o que sugere possíveis aplicações estruturais, produção de carvão e uso na indústria moveleira. Em relação à anatomia do colmo maduro, este estudo propõe a classificação dos feixes vasculares da espécie *Guadua* aff. *lynnclarkiae* como do tipo V, com proposição de ilustrações. Esses feixes são compostos por uma fita vascular central, enquanto o tecido de suporte exhibe bainhas de esclerênquima dentro dessa fita vascular central. É notável que a bainha de esclerênquima do protoxilema é menor em comparação com as outras, e os cordões de fibras próximos ao protoxilema estão densamente agrupados junto à fita vascular central, diminuindo de tamanho à medida que se aproximam do interior do colmo. Nessa espécie, evidenciou-se até três protoxilemas na zona externa, com proposição de ilustrações.

Essas informações fornecem um melhor entendimento da estrutura anatômica do bambu *Guadua* aff. *lynnclarkiae*, oferecendo insights valiosos para seu uso em diferentes áreas. É importante ressaltar que estudos adicionais estão sendo realizados para identificação dessa nova espécie.

## REFERÊNCIAS

Acrebioclima, (2023) **O Clima no Acre**. Disponível em: <http://www.acrebioclima.pro.br/>. Acessado em 20 de junho de 2023

Berlyn, G.P.; MIKSCHE, J.P. (1976) *Botanical microtechnique and cytochemistry*. Ames: Iowa State University Press.

Caeiro, J.G.B.M. (2010) **Construção em bambu**. Tese de Doutorado, Faculdade de Arquitectura de Lisboa (FAUTL), Lisboa, 157 p.

Carvalho, A.L.D., Nelson, B.W., BianchinI, M.C., Plagnol, D., Kuplich, T.M.; Daly, D.C. (2013) Bamboo-dominated forests of the southwest Amazon: detection, spatial extent, life cycle length and flowering waves. **PLoS One**, 8(1), e54852.

Clark, L.G., Londoño, X.; Ruiz-sanchez, E. (2015) **Bamboo taxonomy and habitat**. In: *Bamboo: The plant and its uses*, p. 1-30.

Das, M., Bhattacharya, S., Singh, P., Filgueiras, T.S.; Pal, A. (2008) Bamboo taxonomy and diversity in the era of molecular markers. **Advances in Botanical Research**, 47, 225-268.

Drumond, P.M.; Wiedman, G. (2017) **Bambus no Brasil**: da biologia à tecnologia. Rio de Janeiro: ICH.

Filgueiras, T.S.; Viana, P.L. (2017) **Bambus brasileiros**: morfologia, taxonomia, distribuição e conservação. In: *Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia*. Rio de Janeiro: ICH, p. 10-27.

Filgueiras, T.S.; Santos-gonçalves, A.P. (2006) **Bambus nativos no Brasil**: oportunidades e desafios para seu conhecimento. In: *Seminário Nacional do Bambu: estruturação da rede de pesquisa e desenvolvimento*, v. 1, p. 196, Anais... Brasília, p. 33-42.

Generoso, A.L. (2014) **Caracterização Morfológica e Cultivo *in vitro* de Espécies de Bambu**. Dissertação de Mestrado, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ.

Greco, T.M.; Zannin, A. (2017) Tribo Olyreae (Poaceae: Bambusoideae) na Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Rodriguésia**, 68, 557-567.

Grosser, D.; Liese, W. (1971) On the anatomy of Asian bamboos, with special reference to their vascular bundles. **Wood Science and Technology**, 5(4), 290-312.

Inbar (2019) Trade overview 2018 bamboo and rattan commodities in China. **International Bamboo and Rattan Organisation**, 17 p.

Liese, W. (1985) **Anatomy and properties of bamboo**. In: *Proceedings of the International Bamboo Workshop*, p. 196-208.

Liese, W. (1980) **Anatomy of bamboo**. In: *Bamboo research in Asia: proceedings of a workshop held in Singapore, 28-30 May 1980*. IDRC, Ottawa, ON, CA. Liese, W. The anatomy of bamboo culms. Technical Report, 1998.

Lima Júnior, H.C., Dalcanal, P.R., Willrich, F.L.; Barbosa, N.P. (2000) **Características mecânicas do bambu *Dendrocalamus giganteus***: análise teórica e experimental. In: *Sustainable construction into the next millennium: Environmentally friendly and innovative cement based materials*. João Pessoa: SNT, p. 394-406.

Lizarazu, M.A., Rúgolo de Agrasar, Z.E.; Vega, A.S. (2013) A new species of *Guadua* (Poaceae, Bambusoideae, Bambuseae) and *synopsis* of the genus in Argentina and neighboring regions. **Systematic Botany**, 38(4), 1062-1075.

Londoño, X. (2013) Dos nuevas especies de *Guadua* para el Perú (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae: Guaduinae). *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, 7(1), 145-153.

Londoño, X., & Peterson, P.M. (1991) *Guadua sarcocarpa* (Poaceae: Bambuseae), a new species of Amazonian bamboo with fleshy fruits. **Systematic Botany**, p. 630-638.

Londoño, X.; Zurita, E. (2008) Two new species of *Guadua* (Bambusoideae: Guaduinae) from Colombia and Bolivia. **Journal of the Botanical Research Institute of Texas**, p. 25-34.

Londoño, X., Camayo, G.C., Riaño, N.M.; López, Y. (2002) Characterization of the anatomy of *Guadua angustifolia* (Poaceae: Bambusoideae) culms. **Bamboo Science and Culture**, 16(1), 18-31.

Lopes-Neto, R.B.; Viana, P.L. (2022) Flora of the Serra do Cachimbo (Eastern Amazon, Brazil): Bambusoideae (Poaceae), including the description of two new species. **Phytotaxa**, 550(2), 99–129.

Marinho, N.P., Nisgoski, S.; Muñiz, G.I.B. (2014) Avaliação das dimensões das fibras de colmos de bambu, *Dendrocalamus giganteus* (Wall) Munro, em diferentes idades. **Ciência Florestal**, 24, 251-256.

Matos, F.J.A. (2009) **Introdução à fitoquímica experimental**. Fortaleza: Edições UFC, 3ª ed., 150p.

Nicholls, J.W.P.; Dadswell, H.E. (1962) **Tracheid Length in *Pinus radiata* D. Don.** **Melbourne**: CSIRO. 19 p. (CSIRO Division of Forest Products Technological Paper, no. 24).

Nunes, G.M., Sobrinho Júnior, A.S.; Pastor, J.S. (2021) O uso do bambu como material estrutural na construção civil. **Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, (55), 152-164.

Oliveira, L.F.A. (2013) **Conhecendo bambus e suas potencialidades para uso na construção civil**. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Pereira, M.A.R.; Beraldo, A.L. (2007) **Bambu de Corpo e Alma**. Bauru: Canal 6 Projetos Editoriais, v. 1, 239p.

Ramalho, R.S. (1987) **O uso de macerado no estudo anatômico de madeiras**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 4.

Reflora. **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acessado em 18 de março 2023.

Rodrigues, R., Bento, C.S., Silva, M.G.M.; Sudré, C.P. (2010) **Atividades de caracterização e avaliação em bancos de germoplasma**. In: Pereira, T.N.S. Germoplasma: conservação, manejo e uso no melhoramento de plantas. Viçosa: Arca, p. 115-140.

Rodrigues, T.L.M., Castro, G.L.S., Viana, R.G., Gurgel, E.S.C., Silva, S.G., Oliveira, M.S.; Andrade, E.H.D.A. (2021) Physiological performance and chemical compositions of the *Eryngium foetidum* L. (Apiaceae) essential oil cultivated with different fertilizer sources. **Natural Product Research**, 35(23), 5544-5548.

Rusch, F., Hilling, E.; Ceolin, G.B. (2018) Anatomia de hastes adultas de bambu: uma revisão. **Pesquisa Florestal Brasileira**, 38.

Shalini, A., Meena, R.K., Tarafdar, S.; Thakur, S. (2013) Evaluation of genetic diversity in bamboo through DNA marker and study of association with morphological traits. **Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences**, 2(8), 78-83.

Silva, J.N., Sousa, J.A., Queiroz, M.N., SÁ, M.P., Romeu, L.V.L., Fernandes, N.C.L.; Lobão, M.M.S. (2020) Avaliação das modificações das propriedades físicas do colmo de *Guadua* sp. submetidos a tratamentos preservativos convencionais, naturais e residuais. **Scientia Naturalis**, 2(1), 188-203.

Silva, M.S.M. (2019) **Diversidade genética e estrutura populacional de duas espécies de bambu do gênero *Guadua* na região sul-ocidental da Amazônia**. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Acre.

Silva, S.M., Martins, K., Costa, F.H., Campos, T.D.; Scherwinski-PEREIRA, J.E. (2020) Genetic structure and diversity of native *Guadua* species (Poaceae: Bambusoideae) in natural populations of the Brazilian Amazon rainforest. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 92.

Silva, S.M.M., Pereira, J.E.S., Silva, W.C. (2019) **Conservação de diversidade de bambu *Guadua* no Acre**. In: *Conservação e Tecnologias para o Desenvolvimento Agrícola e Florestal no Acre*, 1.ed., cap. 2, p. 61-77.

SILVEIRA, M. (2005) **A floresta aberta com bambu no sudoeste da Amazônia: padrões e processos em múltiplas escalas**. Edufac, 157.

Silveira, M. (2001) **A floresta aberta com bambu no sudoeste da Amazônia: padrões e processos em múltiplas escalas**. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília.

Shirasuna, R.T. (2015) ***Guadua* in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 13 Fev. 2023.

Sobrinho júnior, A.S. (2010) **Avaliação do efeito de parâmetros microestruturais e de processo de impregnação de fluidos em colmos de *Bambusa vulgaris***. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

Wahab, R., Mustapa, M.T., Sulaiman, O., Mohamed, A., Hassan, A.; Khalid, I. (2010) Anatomical and physical properties of cultivated two- and four-year-old *Bambusa vulgaris*. **Sains Malaysiana**, 39(4), 571-579.

## CAPÍTULO II

**ANÁLISE FITOQUÍMICA DE FOLHAS E BROTOS DE *Guadua* aff. *lynnclarkiae***

**PHYTOCHEMICAL ANALYSIS OF LEAVES AND SHOOTS OF *Guadua* aff.  
*lynnclarkiae***

## RESUMO

Os vegetais produzem uma variedade de compostos orgânicos, que são classificados como metabólitos primários e secundários. Os fitoquímicos têm uma grande importância para aplicação em diversas áreas, no entanto, o Brasil mesmo tendo grande diversidade de bambus nativos explora muito pouco seus constituintes químicos. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi a realização de uma caracterização fitoquímica qualitativa dos metabólitos secundários presentes em extratos de folhas e brotos da espécie *Guadua* aff. *lynnclarkiae*, bem como quantificação dos metabólitos primários em brotos de bambu. Para obtenção dos extratos, folhas e brotos foram lavados em água, secos em estufa, triturados e imersos em álcool 70% para obtenção dos extratos brutos hidroalcoólicos. Após a realização dos testes qualitativos, observou-se a presença de alcaloides, saponinas, esteroides, triterpenos, flavonoides e taninos em folhas e brotos de *G. aff. lynnclarkiae*, enquanto somente em brotos foi observada presença de antraquinonas. Análise fitoquímica de folhas e broto indicam que *G. aff. lynnclarkiae* possui metabólitos secundários importantes, mesmo sendo uma espécie ainda pouco conhecida, tem um grande potencial para ser usado em formulações de vários produtos, como na agroindústria e fitofármacos. Quanto à análise de metabólitos primários do broto de bambu observou-se alto teor de carboidratos (83,2%) mostrando o potencial nutracêutico do broto de bambu.

**Palavras-chave:** polissacarídeos; metabólitos secundários; caracterização.

## ABSTRACT

Plants produce a variety of organic compounds, which are classified as primary and secondary metabolites. Phytochemicals are of great importance for application in several areas, however, Brazil, despite having a great diversity of native bamboo, exploits very little of its chemical constituents. In this context, this work aimed to carry out a qualitative phytochemical characterization of the secondary metabolites present in extracts of leaves and shoots of the species *Guadua* aff. *lynnclarkiae*, as well as quantification of primary metabolites in bamboo shoots. To obtain the extracts, leaves and shoots were washed in water, dried in an oven, crushed, and immersed in 70% alcohol to obtain crude hydroalcoholic extracts. After carrying out qualitative tests, the presence of alkaloids, saponins, steroids, triterpenes, flavonoids, and tannins was observed in leaves and shoots of *G. aff. lynnclarkiae*, while only in shoots the presence of anthraquinones was observed. Phytochemical analysis of leaves and shoots indicates that *G. aff. lynnclarkiae* has critical secondary metabolites. Even though it is a species that is still little known, it has excellent potential to be used in formulations of various products, such as in agribusiness and phytopharmaceuticals. Regarding the analysis of primary metabolites of the bamboo shoot, a high carbohydrate content (83.2%) was observed showing the nutraceutical potential of bamboo shoots.

**Keywords:** polysaccharides; secondary metabolites; characterization.

## 1. INTRODUÇÃO

Os vegetais produzem uma variedade de compostos orgânicos, que são classificados como metabólitos primários e secundários. Os metabólitos primários, tais como aminoácidos, ácidos graxos, carboidratos e nucleotídeos, são comuns a todas as espécies vegetais e desempenham papéis fundamentais na estrutura celular, bem como na respiração, fotossíntese e produção de hormônios, sendo indispensáveis para a sobrevivência. Por outro lado, os metabólitos secundários atuam de forma específica frente as interações com o ambiente externo (Taiz; Zeiger, 2017).

Os metabólitos secundários vêm sendo estudados visando a obtenção de substâncias bioativas (Saraiva et al., 2018). Para Silva et al. (2019) os metabólitos secundários são micromoléculas originárias de sínteses que ocorrem nas plantas e essas estruturas apresentam um grande valor para diversos setores como as indústrias farmacêutica, alimentícia e agroquímica.

O uso de extratos vegetais tem se mostrado eficaz no tratamento de diversas doenças (Fouché et al., 2008) e oferece moléculas mais eficientes no combate à resistência antibiótica, além de apresentar baixa toxicidade para os humanos (Lukitaningsih et al., 2020).

Dentre a diversidade de plantas estudadas para vários usos incluem-se os bambus, pertencentes à família Poaceae e à subfamília Bambusoideae. O Brasil é um dos países que tem a maior diversidade de espécies nativas de bambus no mundo (Greco et al. 2015).

Embora o bambu seja amplamente utilizado em sistemas construtivos, diversos estudos têm explorado o potencial dos extratos de bambu para fins medicinais, incluindo a produção de fármacos e cosméticos (Singhal et al., 2013). Há estudos que demonstram as propriedades antioxidantes e efeitos anti-inflamatórios do bambu (Jung et al., 2005), bem como controle de diabetes e níveis de colesterol (Singhal et al., 2013) e ação bactericida (Artacho; Spinacé, 2013). Corrêa e Moreno (2022) verificaram que o extrato de folhas de *Guadua angustifolia* var. *bicolor* possui compostos com atividade antioxidante e inibidora da tirosinase, sendo observada presença de flavonoides, fenólicos e ácido gálico. Silva et al. (2012) em seu estudo com folhas e brotos de bambu observaram presença de saponinas, alcaloides, flavonoides e taninos. Esses compostos químicos estão presentes na maioria dos vegetais e desempenham funções importantes como proteção para as plantas. Estes compostos quando extraídos viram componentes base na produção de diversos produtos que usamos no dia a dia.

De acordo com Gagliano (2021), o Brasil mesmo tendo uma diversidade grande de bambus nativos explora pouco seus constituintes químicos, considerando que os fitoquímicos tem uma grande importância para diversas áreas, embora se conheça amplamente os usos e propriedades do bambu, poucos estudos tratam da caracterização fitoquímica de seus brotos. Ademais, a parte do bambu que mais se usa em estudos de análise fitoquímica são as folhas para fins fitoterápicos e para produção de fármacos, seguidos dos colmos. Estes estudos se concentram nos países asiáticos.

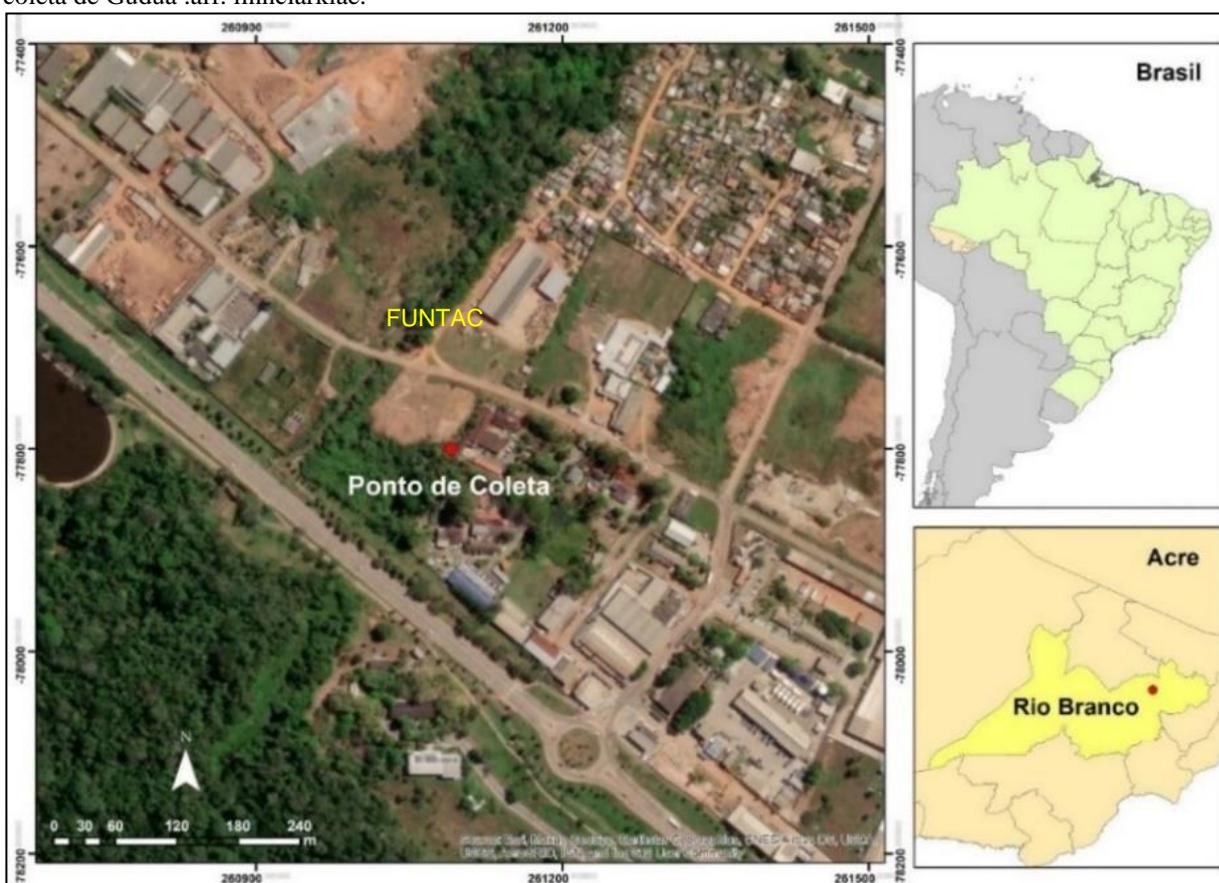
Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar caracterização fitoquímica qualitativa de extratos de folhas e broto da espécie *Guadua* aff. *lynnclarkiae*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE COLETA

A coleta do material vegetal de *Guadua* aff. *lynnclarkiae* foi realizada em uma área de várzea, caracterizada pela presença de palmeiras e lianas, município de Rio Branco, Acre. Essa região é caracterizada pela presença de palmeiras e lianas. O bambuzal está localizado em um lote particular adjacente à FUNTAC, com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 9° 11' 50,8" Sul e Longitude 71° 58' 12,1" Oeste, e altitude de 143 metros (Figura 1).

**Figura 1.** Local de coleta nas adjacências da Funtac em Rio Branco, Acre, Brasil. o ponto vermelho indica o ponto de coleta de *Guadua* .aff. *linnclarkiae*.



Fonte: Autora (2023).

Para confirmar a identificação da espécie, foram confeccionadas exsicatas que foram devidamente catalogadas e incorporadas ao acervo do Herbário do Parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre (UFAC), recebendo o número de identificação 28476 (Figura 2).

**Figura 2.** Exsicata de *Guadua* aff. *lynnclarkiae* catalogada no herbário do Parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre.



Fonte: Foto de Boaz Aragão (2022)

## 2.2 PREPARO DO MATERIAL VEGETAL PARA EXTRAÇÃO

Folhas e brotos do bambu *Guadua* aff. *lynnclarkiae* foram lavados em água corrente e posteriormente secos em estufa a 45 °C por um período 48 horas. Após esse tempo, os materiais vegetais foram moídos em moinho de faca e pesados em balança de precisão 0,01g. Em seguida, adicionou-se 150 mL de álcool 70% e m 200g do material seco em pó para obtenção dos extratos brutos hidroalcóolicos, seguindo metodologia descrita por Matos (2009) (Figura 3-A-B-C).

**Figura 3.** (A) Secagem das folhas e brotos em estufa; (B) Trituração de folhas e brotos em moinho; (C) Pesagem do material vegetal em pó seco.

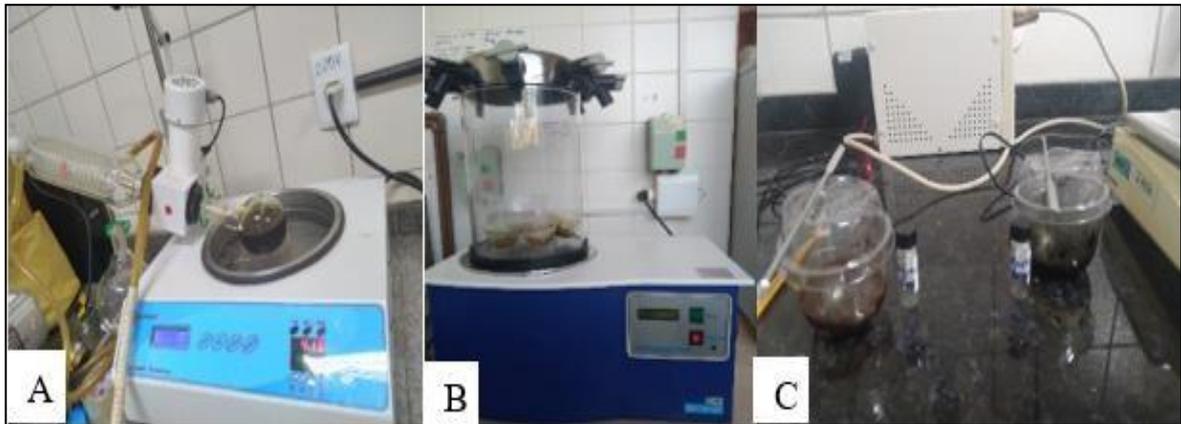


Fonte: Autora (2022).

## 2.3 EXTRAÇÃO HIDROALCÓOLICA

A partir dos extratos brutos hidroalcolicos, foram extraídas partes sólidas por liofilização, processo no qual possibilita a remoção de componentes ativos do extrato. O procedimento foi realizado de maneira igual para folhas e brotos de *Guadua aff. lynnclarkiae*. Em um Erlenmeyer os extratos foram agitados por 5 minutos, em seguida filtrados com papel filtro e depois colocados em um rota-evaporador para a retirada dos solventes voláteis. Os extratos foram congelados por 24 horas e logo após acondicionados em um liofilizador por 48h para extração dos solventes, até completa evaporação líquida, restando apenas o extrato seco. Os extratos obtidos foram pesados para avaliação de seu rendimento (Figura 4-A-B-C).

**Figura 4.** (A) Rota-evaporação para retirada do solvente dos extratos; (B) Liofilização para obtenção de extrato seco; (C) Extratos secos.



Fonte: Autora (2022)

O rendimento foi calculado utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\mathbf{Re} = (M_{\text{extrato}} / M_{\text{material}}) \times 100$$

Em que:

**Re** = Rendimento total do extrato (%)

**M<sub>extrato</sub>** = Massa do extrato seco (g)

**M<sub>material</sub>** = Massa do material vegetal seco (g)

## 2.4 TESTES FITOQUÍMICOS QUALITATIVOS

Essa etapa foi realizada no Laboratório de Plantas Medicinais no Campus Cruzeiro do Sul da Universidade Federal do Acre e também no laboratório de Botânica da UFAC sede. Os testes fitoquímicos foram realizados conforme metodologia adaptada de Matos (2009) e Silva et al. (2018). Os extratos foram submetidos aos testes qualitativos para detecção da presença de taninos, flavonóides, leucoantocianidinas, catequinas, flavanonas, saponinas, antraquinonas, alcalóides, esteróides e triterpenóides, utilizando os reagentes químicos cloreto de alumínio, Shinoda, Pew, Cloreto férrico, Taubouk, Borntraeger, Kedde, Salkowski, Sais de cobre, Sais de chumbo, Mayer, Dragendorff (Quadro 1).

**Quadro 1.** Detecção dos metabólitos secundários e respectivas reações químicas para a caracterização fitoquímica de extratos de folhas e brotos de *Guadua aff. lynnclarkiae*.

<b>GRUPOS DE METABÓLITOS</b>	<b>REAÇÕES QUÍMICAS DE CARACTERIZAÇÃO</b>
<b>Alcalóides</b>	Dragendorff Mayer Bertrand
<b>Antraquinonas</b>	Bornträger
<b>Flavonóides</b>	Shinoda Taubouk Reação de Pew Reação do Cloreto Férrico Reação do Cloreto de Alumínio
<b>Heterosídeos cardiotônicos</b>	Liebermann-Burchard
<b>Saponinas</b>	Formação de espuma
<b>Taninos</b>	Sais de chumbo (acetato de chumbo 10%) Sais de cobre de (acetato de cobre 3%) Sais de ferro (cloreto férrico 2,5%) Reação com proteínas (gelatina)

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

### 2.4.1 Teste para taninos

Para identificação de fenóis e taninos, realizou-se quatro testes: o primeiro utilizou-se 5 mL de cada extrato vegetal, aos quais foram adicionadas 3 gotas de solução alcoólica de cloreto férrico 2,5%, seguida de repouso à temperatura ambiente por período de 3 minutos. O segundo utilizou-se 2 mL de cada extrato vegetal, aos quais foram adicionadas 4 gotas de solução alcoólica de acetato de cobre 3%, seguida de repouso à temperatura ambiente por período de 3

minutos. O terceiro utilizou-se 2 mL de cada extrato vegetal, aos quais foram adicionadas 4 gotas de solução alcoólica de acetato de chumbo 10%, seguida de repouso à temperatura ambiente por período de 3 minutos. O quarto teste utilizou-se 2 mL de cada extrato vegetal, aos quais foram adicionadas 2 gotas de solução de ácido clorídrico 10% na solução de gelatina 2,5%, seguida de repouso à temperatura ambiente por período de 3 minutos.

Por fim, anotou-se a cor do precipitado, tendo em vista que a presença de fenóis e taninos é determinada pela mudança de coloração: quando em reação com sais de chumbo, normalmente surgem precipitados volumosos e densos (sem mudança de coloração); em reação com sais de cobre, forma um precipitado de cor esverdeada; em reação com sais de ferro, em presença de taninos hidrolisáveis o colóide que se forma apresenta coloração azul-violeta e em presença de taninos condensados, apresenta coloração esverdeada e, em reação com proteínas, observa-se a turvação que se forma.

#### **2.4.2 Teste para flavonóides**

Os extratos foram submetidos a procedimentos, usando 0,5 g dos extratos a qual utilizou-se 10 mL de etanol. Em seguida observou-se as reações para caracterização dos constituintes: Reação de Shinoda, Reação de Taubock, Reação de Pew, Reação do Cloreto Férrico e Reação do Cloreto de Alumínio.

Em seguida observa-se a mudança de coloração: quando em reação de Shinoda, há o surgimento de coloração vermelha; em reação Taubock, em pesquisa positiva observa-se fluorescência amarelo esverdeado; em reação de Pew, observa-se coloração com tonalidade avermelhada, laranja, rosa e vermelha; em reação do cloreto férrico, observa-se coloração verde, amarelo, verde-castanho ou violáceo e, em reação do cloreto de alumínio, observa-se que fluorescência esverdeada.

#### **2.4.3 Teste para saponinas**

Adicionou-se 2 mL de cada extrato em 2 mL água destilada e 3 gotas de ácido clorídrico, agitando-se a solução por 3 minutos, observando a formação de espuma persistente e abundante.

#### **2.4.4 Teste para antraquinonas**

Para realizar o teste de antraquinonas utiliza-se reação de Bornträger, que detecta presença

de antraquinonas livres e alta solubilidade dessas moléculas a solventes apolares, que após alcalinizados tornam-se vermelhos.

Em um tubo de ensaio adicionou-se 5 mL de cada extrato a 5 mL de clorofórmio, agitando-se vigorosamente e deixado em repouso por 1 minuto. Em seguida, recolheu-se a fração orgânica e transferiu-se para outro tubo de ensaio adicionando-se 1 mL de hidróxido de sódio 5%, aguardando o surgimento de coloração roxa.

#### 2.4.5 Teste para alcalóides

O teste para alcalóides foi realizado com reações de Dragendorff, Mayer e Bertrand, utilizando uma solução de Iodo 10 N. Dissolveu-se 1 g de iodo em uma porção de água, em seguida dissolveu-se 2 g de iodeto de potássio e completou-se o volume para 100 mL.

Para identificação de alcalóides utilizou-se 0,2 g dos extratos e dissolveu-se em 1 mL de metanol, em seguida homogeneizou-se, alcalinizando com 10 mL de solução de carbonato de cálcio a 10%. Logo após adicionou-se 25 mL de clorofórmio e, depois de homogeneizado, filtrou-se a mistura em um funil de separação através de papel previamente embebido em clorofórmio, agitando-se o filtrado com 7 mL de HCl 2% (Figura 5). Separa-se a camada superior para realização das reações de caracterização (precipitação), colocando-se uma gota da solução ácida uma lâmina de microscópio ao lado colocando uma gota do reativo de precipitação, unindo-as posteriormente. O resultado é observado pela coloração do precipitado formado.

**Figura 5.** Partição líquida-líquida da fase clorofórmica de extrato de folhas de *Guadua* aff. *lynnclarkiae*.



Fonte: Autora (2022)

#### **2.4.6 Teste para heterosídeos cardiotônicos (esteróides e triterpenos)**

Também conhecido como teste de Lieberman-Burchard, no qual utiliza-se um tubo de ensaio contendo 2 mL do extrato adiciona-se 2 mL de clorofórmio, em seguida a solução clorofórmica é filtrada em um funil pequeno. É adicionado 1 mL de anidrido acético e agita-se suavemente acrescentando 03 gotas de ácido sulfúrico concentrado, agitando e observando-se o desenvolvimento da cor esverdeada ou violácea na zona de contato entre os dois líquidos.

#### **2.5 EXTRAÇÃO AQUOSA DE POLISSACARÍDEOS DO BROTO DE BAMBU**

Os brotos de bambu triturados (99,5 g) foram deslipidificados e despigmentados com clorofórmio:metanol (2:1, v/v) em extrator soxhlet. O extrato clorofórmio:metanólico (BBCM) foi concentrado e liofilizado. Em seguida, o resíduo seco resultante (88,4 g) foi submetido à extração aquosa quente. Para a extração de polissacarídeos, o material e mais 1 litro de água destilada foram adicionados em um em um balão volumétrico. O processo de extração foi realizado sob refluxo por 3 horas. O extrato foi filtrado e o resíduo submetido a mais dois ciclos de extração. O extrato aquoso juntado foi concentrado em rota-evaporador até pequeno volume, tratados com etanol (3 volumes) e centrifugados a fim de separar o precipitado (polissacarídeos) do sobrenadante (moléculas de baixa massa molar).

O precipitado etanólico foi submetido a diálise em membranas com limite de exclusão de 12-14 kDa e então, liofilizados, obtendo resultado do BBPB – polissacarídeos bruto (polibruto) do broto de bambu em extração aquosa. O sobrenadante etanólico foi concentrado por rotaevaporação e posteriormente liofilizados, obtendo assim, o BBSE – sobrenadante etanólico do broto de bambu em extração aquosa.

#### **2.6 QUANTIFICAÇÃO DE METABÓLITOS PRIMÁRIOS POR ESPECTROFOTOMETRIA**

A quantificação de metabólitos primários foi realizada somente para os extratos de brotos (BBPB), em que foram avaliados teores de carboidratos e proteínas em espectrofotômetro marca Even modelo 11-592 UV/VIS. As quantidades de carboidratos totais foram determinadas pelo método de Dubois (1956) e de proteínas pelo método de Bradford (1976). Para estas análises foram utilizados cálculos de percentagem em relação às curvas analíticas, confeccionadas com os padrões correspondentes para cada composto.

A dosagem dos teores de carboidratos totais foi realizada pelo método originalmente descrito por Dubois et al. (1956) que tem como princípio a determinação quantitativa de açúcares simples e seus derivados metilados, oligossacarídeos e polissacarídeos, através da análise espectroscópica na região do visível da coloração característica formada, amarelo-alaranjada. Um monossacarídeo foi utilizado para a confecção da curva padrão, que foi utilizada para calcular a porcentagem de carboidratos totais de cada uma das amostras de extrato. Realizou-se a leitura desse metabólito em espectrofotômetro no comprimento de onda ( $\lambda$ ) de 490 nm. As amostras e os brancos foram analisados em triplicatas.

## 2.7 CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA

A cromatografia em camada delgada foi utilizada seguindo metodologia de Matos (2009) para verificar a presença de diferentes componentes de baixa massa molar, dentre os quais, agliconas. As análises foram realizadas em placas de sílica gel 60 G, e observadas em câmara escura sob luz UV. Para as fases móveis foram utilizados diversos sistemas de solvente, obedecendo a literatura pertinente e disponibilidade de reagentes.

### 2.7.1 Determinação de ácidos urônicos

A determinação de ácidos urônicos foi realizada segundo Filisetti-Cozzi e Carpita (1991). A 400  $\mu$ L de amostra foram adicionados 40  $\mu$ L de uma solução de ácido sulfâmico-sulfamato de potássio 4 mol/L (pH 1,6) e, em seguida, 2,4 mL de tetraborato de sódio (75 mmol/L em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). A solução foi agitada em vórtex e aquecida em banho-maria fervente por 20 min. Após o resfriamento dos tubos em banho de gelo, foram adicionados 80  $\mu$ L de meta-hidroxibifenila (0,15%, p/v, em NaOH 0,5%, p/v) e os tubos foram agitados novamente em vórtex. A presença de ácidos urônicos foi visualizada pelo aparecimento de uma coloração rósea. A sensibilidade do método é de 0,97-38,8  $\mu$ g de ácido urônico em 400  $\mu$ L de amostra, com leitura em 525 nm. O ácido galacturônico foi utilizado como padrão.

### 2.7.2 Composição monossacarídica

A composição monossacarídica da fração contendo o precipitado etanólico do broto do bambu foi determinada após a hidrólise de ~2 mg da fração com 1 mL de TFA 1 mol/L, a 100 °C em estufa por 16 h. As soluções foram evaporadas até a secura, e o resíduo dissolvido em água destilada. Uma pequena fração foi analisada por cromatografia em camada delgada (TLC)

para verificar a composição monossacarídica e presença de ácidos urônicos na fração. As análises foram realizadas em placas de sílica gel 60 G (Merck) com 8 cm de altura total. Para a análise de carboidratos, a fase móvel utilizada foi uma mistura de acetato de etila:ácido acético:n-propanol:água (4:2:2:1, v/v) e o revelador utilizado foi orcinol:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,2 g de orcinol, em 95 mL de etanol e 5 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) (Sasaki et al., 2008).

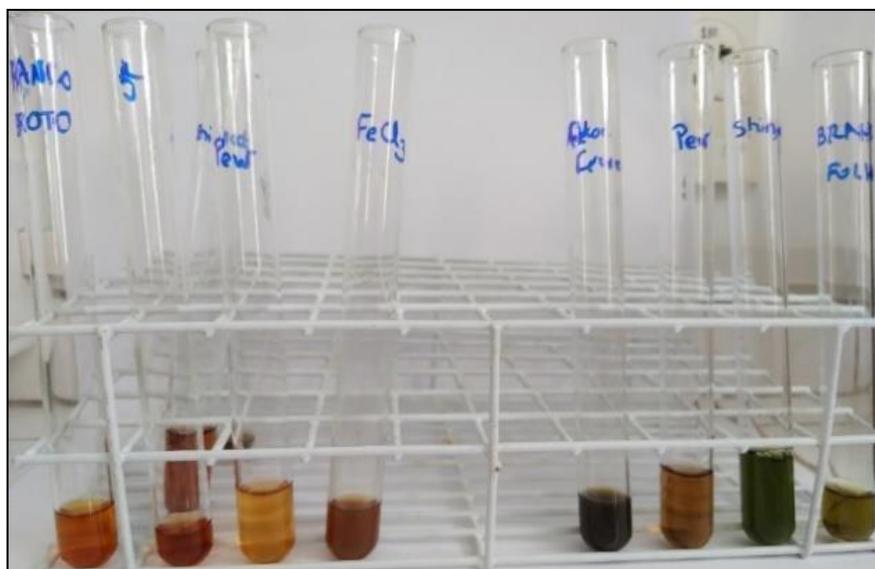
Ao restante do material foi adicionado NaBH<sub>4</sub> até pH 9,0 e, após 18 h, adicionou-se resina catiônica sob agitação. Com pH do meio ~2,0, a resina foi removida por filtração, o material foi evaporado até a secura e o ácido bórico resultante foi removido como borato de trimetila, por repetidas evaporações com metanol (Wolfrom e Thompson, 1963). Os alditóis obtidos foram acetilados com uma mistura de anidrido acético:piridina (1:1, v/v; 1 mL), à temperatura ambiente, overnight. A reação de acetilação foi interrompida com gelo e os acetatos de alditóis foram extraídos com clorofórmio, que foi lavado diversas vezes com solução aquosa de CuSO<sub>4</sub> a 5% para a eliminação da piridina residual. Os acetatos de alditóis serão analisados por cromatografia líquido-gasosa (GLC) e identificados pelos seus tempos de retenção comparados com padrões de monossacarídeos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 ANÁLISE FITOQUÍMICA QUALITATIVA

As análises fitoquímicas realizadas nesse estudo constataram que as folhas e brotos de *Guadua* aff. *lynnclarkiae* mostram potencial para serem utilizadas como fonte de diversos compostos químicos (Figura 6). Após a realização dos testes qualitativos, observou-se a presença dos metabólitos alcaloides, saponinas, esteroides, triterpenos, flavonoides e taninos em folhas e brotos de *G.* aff. *lynnclarkiae*, além de antraquinonas somente em brotos de bambu, conforme mostra a Tabela 2.

**Figura 6.** Análises qualitativas de folhas e broto de *G.* aff. *lynnclarkiae*.



Fonte: Autora (2022)

**Tabela 2.** Metabólitos estudados em folhas de *Guadua* aff. *lynnclarkiae*, ensaio Coloração/Precipitado desenvolvido.

<b>METABÓLITOS</b>	<b>ENSAIO</b>	<b>COLORAÇÃO / PRECIPITADO DESENVOLVIDO</b>	<b>AVALIAÇÃO NAS FOLHAS</b>	<b>AVALIAÇÃO NOS BROTOS</b>
<b>Alcalóides</b>	Reação de Dragendorff	Formou precipitado	+	+
	Reação de Mayer		-	+
	Reação de Bertrand		-	-
<b>Heterosídeos Cardiotônicos</b>	Reação de Liebermann-Burchard	Azul esverdeado	+	-
<b>Flavonóides</b>	Cloreto de Alumínio (mancha em UV)	Verde fluorescente	+	+
	Reação de Shinoda	Verde	-	+
	Reação de Pew	Alaranjada	+	+
	FeCl <sub>3</sub> 2%	Castanho esverdeado	+	+
	Reação de Taubouk	Amarelo esverdeado	+	-
<b>Saponinas</b>	Formação de espuma	Formação de espuma persistente	+	+
<b>Taninos</b>	Sais de Pb (Acetato)	Formação de precipitado denso	+	+
	Sais de Cu (Acetato)	Precipitado azul	+	+
	Solução de gelatina 2,5%	Presença de turvação	+	+
	FeCl <sub>3</sub> 2.5%	Formou coloração azul esverdeado (hidrolisáveis, e condensados)	+	+
	<b>Antraquinona</b>	Reação de Bornträger	Surgimento de coloração roxa em fase aquosa	-

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

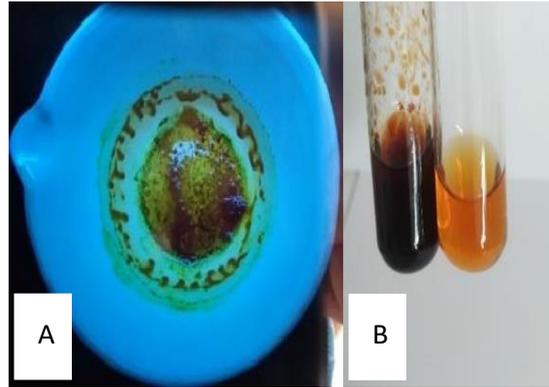
Os reativos químicos utilizados para caracterizar os compostos orgânicos presentes em extrato de folhas e brotos de *G. aff. lynnclarkiae*, formaram precipitação, coloração e espuma. Essas características confirmam a presença ou ausência dos metabólitos nas partes do vegetal estudado. De acordo com a literatura vários pesquisadores ao redor do mundo vêm estudando esses compostos químicos com o objetivo de conhecer novas moléculas e chegar à produção de fitoterápicos e fármacos de ação comprovada e utilização segura e adequada para cada espécie vegetal (Cunha, 2014).

Como foi observado, a presença de alcaloides se deu através do reativo de Dragendorff com a formação de precipitado, sendo positiva para o metabólito pesquisado em folhas e brotos. Em estudo anterior com outra espécie de bambu (*Bambusa textilis*) resultados positivos para este metabólito foram encontrados em extratos de folhas (Silva et al., 2012). Goyal, Middha e Sem (2010) observaram em seu estudo a presença de saponinas, esteroides, alcaloides, taninos, carboidratos, flavonoides e antraquinonas, em extrato metanólico de folhas de *Bambusa vulgaris*.

Segundo Silva et al. (2007) e Henrique et al. (2010), os alcaloides possuem propriedade antibacteriana, antifúngica, antiplasmódica e antitumoral pela capacidade de desestabilizar as membranas biológicas. Também apresentam a capacidade de inibir a síntese de DNA e RNA. São exemplos de alcaloides utilizados atualmente a morfina (analgésico), a escopolamina (anticolinérgicos), teofilina (diuréticos), vincristina (antitumorais), codeína (antitussígenos) (Bessa et al., 2013). Em *Guadua* aff. *lynnclarkiae* é possível observar a presença de alcaloides tanto no extrato de folhas como de brotos.

Para confirmar a presença ou ausência de flavonóides, no extrato da folha e do broto utilizou-se a reação de Taubouk que usa cristais de ácido bórico e ácido oxálico que em contato com o extrato revela a coloração amarelo esverdeado, bem como o reativo de Shinoda cuja presença de flavonóides é determinada pelo surgimento de coloração vermelha (Figura 7-A-B). Neste trabalho foram encontrados flavonóides tanto em folhas como em brotos, mostrando que este grupo fitoquímico está presente em ambas partes do vegetal pesquisado. Outras pesquisas semelhantes também observaram a presença deste composto químico em seus trabalhos (Simões et al. 2010; Bessa et al., 2013; Oliveira, 2019) porém a presença de flavonoides foi observada em extrato de folhas de diferentes espécies de bambu. Para *G. aff. lynnclarkiae*, este é o primeiro estudo fitoquímico a determinar o composto em folhas e brotos, resultado que é promissor para o uso nutracéutico do broto.

**Figura 7.** (A) Teste qualitativo para evidenciar a presença de flavonoides em folhas e brotos de *Guadua* aff. *lynnclarkiae*, reativo Cloreto Férrico; (B) Teste qualitativo para flavonoides em extrato de folhas e broto de *G. aff. lynnclarkiae*, reativo Shinoda, observando a coloração vermelho escura (reativo) à esquerda e vermelho claro à direita (não-reativo).

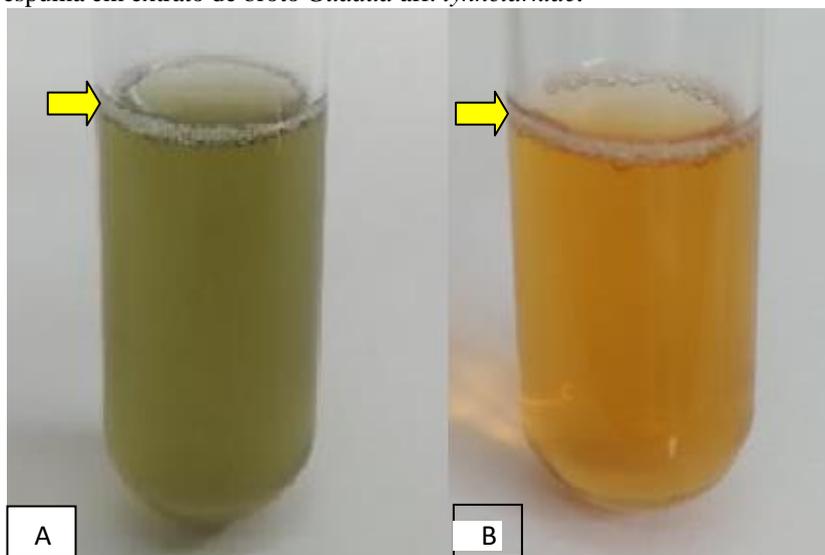


Fonte: Autora (2022)

O grupo dos triterpenos compõe alguns óleos essenciais e podem possuir ação inseticida, antimicrobiana, hepatoprotetora, analgésica, anti-inflamatória, hemolítica, entre outras (Simões et al. 2010; Luz et al., 2014). Os resultados das análises fitoquímicas do presente estudo com extrato de folhas e brotos de *Guadua* aff. *lynnclarkiae* são semelhantes com outros resultados encontrados em pesquisas anteriores de outros autores.

Para a confirmação de saponinas presentes no extrato hidroalcolólico bruto de broto e folha de *G. aff. lynnclarkiae* foi observada formação de espuma nos dois extratos analisados. De acordo com Fernandes et al. (2019) as famílias que mais comumente possuem saponinas são: Leguminosae, Araliaceae, Scrophulariaceae, Campanulaceae Caryophyllaceae e os esteróides encontram-se principalmente distribuídas entre as famílias Agavaceae, Dioscoreaceae, Liliaceae, Solanaceae, Scrophulariaceae, Amaryllidaceae, Leguminosae e Rhamnaceae; a literatura menciona algumas das principais atividades das saponinas, podendo ser anti-inflamatória, antibacteriana, antimicrobiana e antitumoral (Wykowski, 2012). A figura 8-A-B demonstra a presença de saponinas no extrato de folhas e brotos.

**Figura 8.** (A) Análise de determinação do índice de espuma em extrato hidroalcolólico bruto de folha em destaque; (B) Formação de espuma em extrato de broto *Guadua* aff. *lynnclarkiae*.



Fonte: Autora (2022)

Para detecção de antraquinonas no extrato de folha e broto foi realizado o teste de Bornträger onde este reativo evidencia a presença do metabólito através da coloração rósea, vermelha ou violeta, após as análises em ambos os extratos foi observado que somente no broto foi positivo para antraquinona, sendo negativo para folha. Porém, na literatura não existem muitas informações fitoquímicas com extrato de broto de bambu, já para folhas um estudo

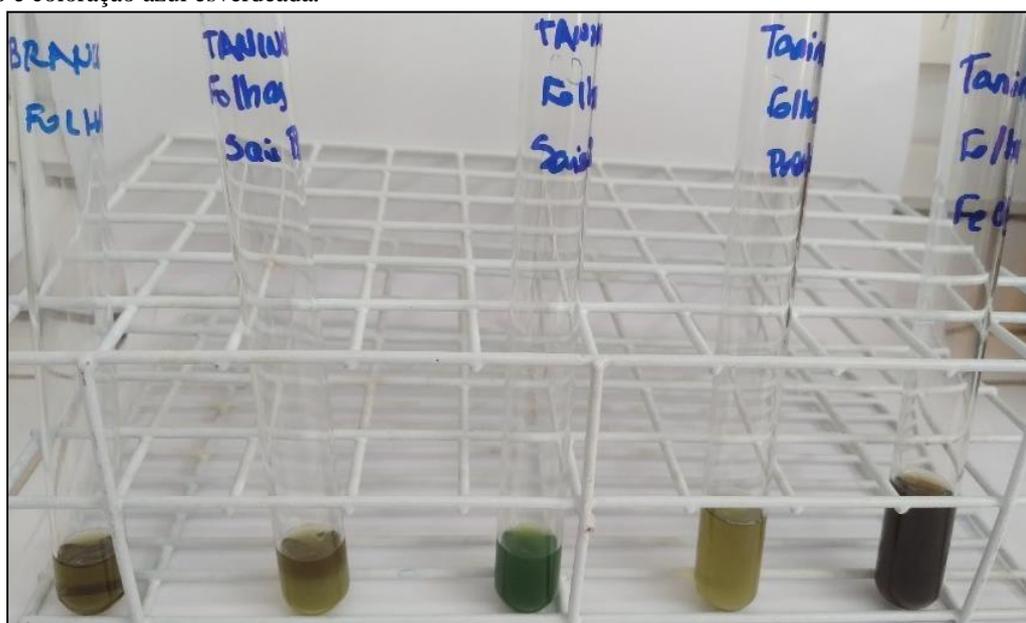
avaliou a presença de antraquinonas no extrato da folha de *Bambusa vulgares* (Shimabukuro, 2022), o que difere do resultado obtido com *G. aff. lynnclarkiae*.

Yakubu; Bukoye (2009) relatam que foi encontrada a presença de alcaloides, taninos, fenólicos, glicosídeos, saponinas e flavonoides no extrato aquoso das folhas de bambu, assim, essas pesquisas anteriores corroboram com os resultados encontrados nesse estudo onde tanto as folhas como brotos possuem os principais metabólitos secundários. Porém, o que difere no estudo atual é a presença de antraquinonas no broto de *G. aff. lynnclarkiae* enquanto em folhas houve ausência deste composto.

Wroblewska (2019) em seu trabalho com atividade antioxidante e fotoprotetora de bambu nativo no sudoeste do Brasil menciona em seus resultados que os metabólitos mais comuns em bambus são: flavonóides, ácidos fenólicos e os triterpenos. *G. aff. lynnclarkiae* tem potencial para fazer parte do grupo dos bambus de uso múltiplo, pois tem os principais fitoquímicos de interesse para as indústrias cosméticas, fitoterápicas, alimentícias e farmacológicas.

Taninos foram encontrados no extrato de folhas e brotos de *G. aff. lynnclarkiae*. Para verificar a presença deste fitoquímico foi utilizada a solução de gelatina 2,5% que ao ser adicionada ao extrato aquoso forma uma turvação, além disso, foi utilizado o reativo de  $FeCl_3$  2.5% em que a presença de taninos é marcada pela formação de coloração azul esverdeada, e tanto as folhas como o broto apresentaram este metabólito (Figura 9).

**Figura 9.** Presença de taninos em extrato hidroalcolóica bruto de folha de *Guadua aff. lynnclarkiae* marcada pela turvação e coloração azul esverdeada.



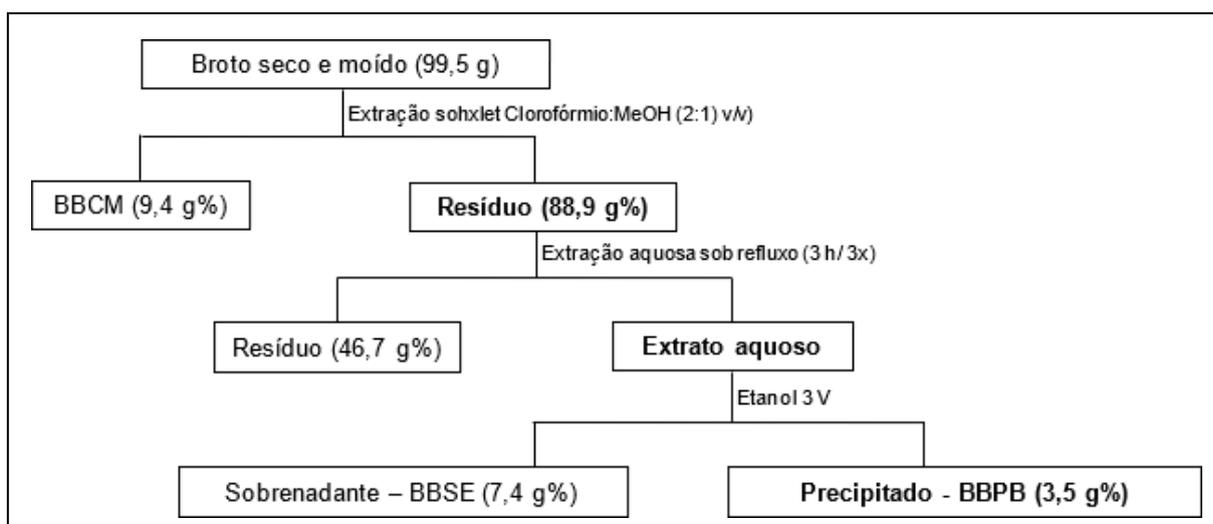
Fonte: Autora (2022)

Couto et al. (2021) relata em sua pesquisa a presença de taninos em espécies vegetais de pinus e eucalipto, analisando que este metabólito pertence a um dos grupos de compostos mais importantes para os interesses comerciais. Hammed et al. (2020) relata a importância dos taninos encontrados nos vegetais devido as suas funções como a de atuar em conjunto com as proteínas. Taiz e Zeiger (2017) mencionam que taninos vegetais são encontrados em maçãs, amoras e vinho tinto, e fazem parte da alimentação humana, sendo considerados antioxidantes e cicatrizantes.

### 3.2 POLISSACARÍDEOS E TEOR DE PROTEÍNAS DO BROTO DO BAMBU

O broto de bambu, seco e moído (99,5 g), foi deslipidificado e despigmentado e, então, submetido a extração aquosa sob refluxo. O resultado do rendimento das extrações em cada etapa de fracionamento é mostrado de acordo com a Figura 10.

**Figura 10** – Fluxograma com resultado do rendimento das extrações e fracionamento dos polissacarídeos do broto de bambu *Guadua aff. lynnclarkiae*.



Fonte: autora (2022).

Os componentes de alta massa molar foram separados dos de baixa massa por tratamento com etanol, o qual resultou o precipitado BBPB (3,5g %) contendo os polissacarídeos. Por meio das dosagens espectrofotométricas realizadas com a fração BBPB foi possível obter o teor de carboidratos totais que foi de 82,3% pela técnica de Dubois (1956).

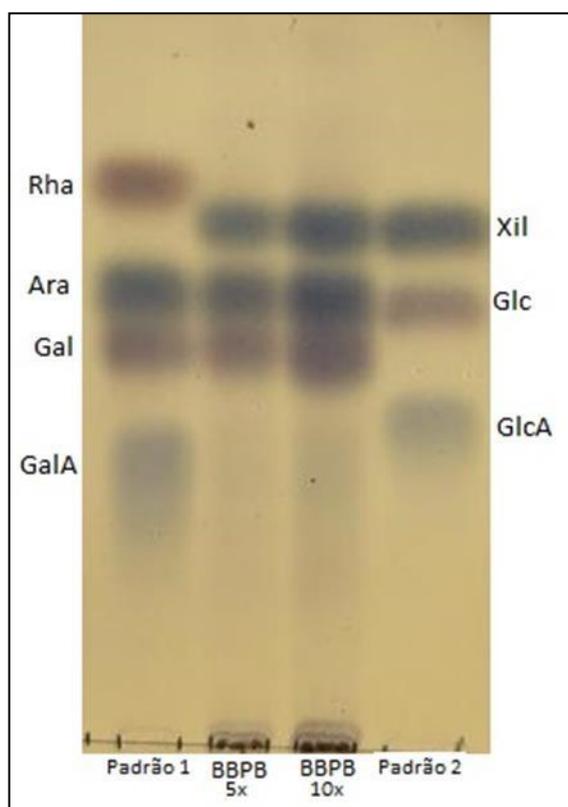
Uma vez que a fração BBPB continha somente metabólitos de alta massa molar, foi acessada a composição de açúcares por meio de hidrólise com Ácido trifluoracético (TFA 1M), à 100 °C, durante 16 horas. BBPB apresentou Xilose (Xil), Arabinose (Ara) e Galactose (Gal) como principais monossacarídeos, enquanto ramnose (Rha) e ácido galacturônico (GalA),

aparentemente, estão presentes em menores proporções, conforme demonstrado na análise de composição monossacarídica por cromatografia em camada delgada (TLC) (Figura 10).

A caracterização do ácido urônico presente em BBPB foi realizada por TLC, utilizando padrões de ácido galacturônico (GalA) e ácido glucorônico (GlcA) como referências (Figura 10). Uma vez que apenas GalA estava presente, a dosagem de urônicos foi realizada utilizando-se monossacarídeo ácido como padrão. Desta forma, pela dosagem de urônicos realizada, BBPB contém aproximadamente 21,8% de ácido galacturônico em sua composição, podendo indicar a presença de pectina os polissacarídeos da parede celular do broto de bambu presentes na fração BBPB.

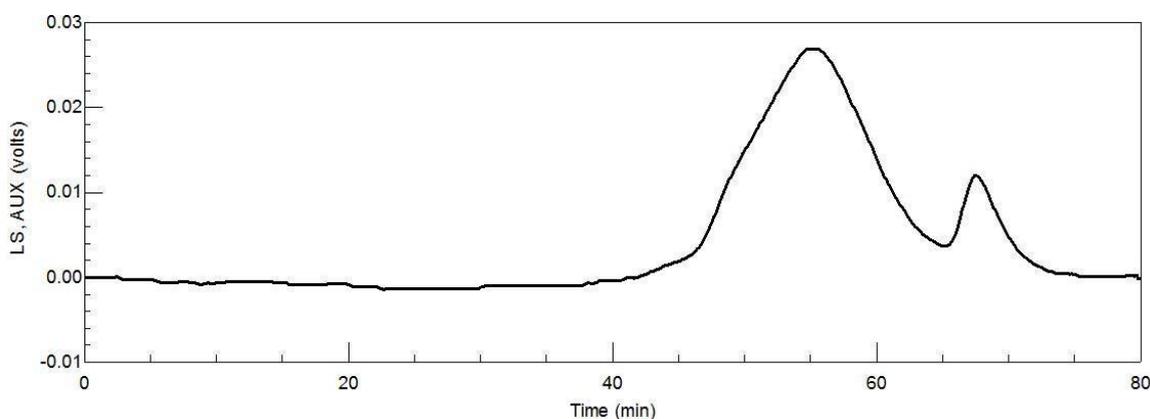
O processo de obtenção dos polissacarídeos do extrato aquoso do broto, presentes em BBPB foi acompanhado por análise de Perfil químico de polissacarídeos (HPSEC). Desta forma a fração BBPB, embora tenha apresentado um perfil de eluição heterogêneo mostrou somente um pico principal no tempo de 55 min de eluição, o qual deve corresponder ao tempo de eluição do principal polissacarídeo do broto, como observado nas Figuras 11 e 12.

**Figura 11** – TLC da fração BBPB obtida do broto do Bambu. Fase móvel: acetato de etila:ácido acético: n-propanol:água (4:2:2:1, v/v); Revelador: orcinol:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; Padrão 1 e Padrão 2 correspondem aos pontos de aplicação dos padrões.



Fonte: autora (2023).

**Figura 12** – Perfil de eluição em HPSEC, utilizando detector de índice de refração (RID), da fração BBPB obtida pelo processo de extração aquosa dos polissacarídeos do broto do bambu *Guadua. aff. lynnclarkiae*.



Uma vez que as análises de composição relativa de monossacarídeos e espectros de RMN não puderam ser obtidas até o momento, torna-se difícil discutir com absoluta clareza os resultados parciais. No entanto, com essas análises, pode-se dizer que a fração BBPB proveniente do extrato aquoso do broto do bambu contém carboidratos complexos como componentes majoritários. Neste contexto, carboidratos complexos em fontes alimentares, como é o caso do broto de bambu, configuram como importantes moléculas bioativas caracterizadas na nutrição como fibras alimentares não digeríveis pelo sistema gastrointestinal humano. A capacidade terapêutica de produtos naturais vem sendo foco de interesse de muitas pesquisas ao redor do mundo, uma vez que produtos naturais como extratos de plantas ou moléculas isoladas destes, podem ser usadas para o tratamento de doenças ou para modular respostas fisiológicas com vários benefícios (Atanasov et al., 2021). Muitos carboidratos complexos compõem as fibras alimentares ou probióticos, com suas longas cadeias poliméricas e podem exercer efeitos benéficos no trato gastrointestinal humano (Dhari et al, 2022).

Já foi demonstrado que polissacarídeos de fontes naturais podem estar envolvidos na inibição de distúrbios neurológicos, melhora de artrite, diabetes, alterações gástricas e prevenção de doenças inflamatórias intestinais (Gitanljali, 2019; Allawadhi et al., 2022; Yang et al., 2022). Uma vez que diferenças químicas sutis na cadeia desse tipo de polímero, como tipo de ligação e espécie de monossacarídeo componente, é crucial para a atuação farmacológica, o broto de bambu parece ser interessante para elucidar esse tipo de metabólito, uma vez que apresenta potencial para alimentação. Assim, os resultados obtidos até aqui e os resultados que estão sendo aguardados (para publicação do artigo final) poderão nortear algumas avaliações biológicas a partir do broto do bambu.

### 3.3 PERFIL FITOQUÍMICO PRELIMINAR DO SOBRENADANTE ETANÓLICO DO BROTO DO BAMBU

Através dos testes fitoquímicos colorimétricos realizados, foi possível evidenciar a presença de metabólitos de baixa massa molar – flavonoides e taninos, na fração de brotos de *Guadua aff. lynnclarkiae*, provenientes do extrato aquoso, conforme mostra a tabela 3.

Tabela 3 - Metabólitos evidenciados em extrato aquoso de brotos de *Guadua aff. lynnclarkiae*, ensaio Coloração /Precipitado desenvolvido.

<b>Metabólitos</b>	<b>Ensaio</b>	<b>Coloração / precipitado desenvolvido</b>	<b>Avaliação na fração BBSE</b>
<b>ALCALÓIDES</b>	Reação de Dragendorff		-
	Reação de Mayer		-
	Reação de Bertrand		-
<b>ESTERÓIDES E TRITERPENOS</b>	Reação de Liebermann-Burchard	Azul esverdeado	-
	Cloreto de Alumínio (mancha em UV)	Verde fluorescente	+
<b>FLAVONÓIDES</b>	Reação de shinoda	Verde	+
	Reação de Pew	Alaranjada	+
	FeCl <sub>3</sub> 2%	Castanho esverdeado	+
	Reação de Taubouk		
<b>SAPONINAS</b>	Formação de espuma	Formação de espuma persistente	-
<b>TANINOS</b>	Sais de Pb (Acetato)	Formação de precipitado denso	+
	Sais de Cu (Acetato)	Precipitado azul	+
	Solução de gelatina 2,5%	Presença de turvação	+
	FeCl <sub>3</sub> 2.5%	Formou coloração azul esverdeado (hidrolisáveis, e condensados)	+
<b>ANTRAQUINONA</b>	Reação de Borntraeger	Surgimento de coloração roxa em fase aquosa	-

Flavonóides e taninos são importantes metabólitos de secundários de vegetais com inúmeras aplicações na alimentação funcional e na farmacologia. O uso industrial de diferentes espécies de bambu é bem conhecido em vários locais do mundo, mas seu uso e aplicação na alimentação é menos abordado.

#### 4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos da análise fitoquímica qualitativa de folhas e brotos indicam que *G. aff. lynnclarkiae* possui metabólitos secundários importantes e tem grande potencial para ser usado em formulações de vários produtos, como fitofármacos. Nessa análise foram observados presença de alcaloides, saponinas, esteroides, triterpenos, flavonoides e taninos em folhas e brotos de *G. aff. lynnclarkiae*, enquanto antraquinonas foram somente encontradas em brotos de bambu. Ademais, o extrato do broto apresentou 82,3% de carboidratos totais, sendo uma importante fonte de carboidratos complexos. Se faz necessário prosseguir com essa pesquisa para verificar se o broto dessa espécie é palatável e se está apto para o consumo humano, além de que são necessários estudos do potencial para outros usos como na agroindústria.

## CONCLUSÃO GERAL

Os achados dessa dissertação fornecem conhecimento essencial sobre a morfologia, estrutura anatômica e fitoquímica do bambu *Guadua* aff. *lynnclarkiae*, contribuindo para abrir o caminho para o aproveitamento sustentável e eficiente desse recurso natural versátil, promovendo seu uso em diferentes setores, como construção civil, indústria moveleira, alimentação, cosméticos e indústria farmacêutica. Recomenda-se a continuação de pesquisas adicionais para aprofundar o conhecimento sobre as propriedades e aplicações desse bambu, visando seu aproveitamento de forma sustentável e abrangente.

## REFERÊNCIAS

ACREBIOCLIMA. **O clima no Acre**. 2023. Disponível em: <http://www.acrebioclima.pro.br/>. Acesso: 26 de janeiro de 2023.

AFRIN, T.; TSUZUKI, T.; KANWAR, R. K.; WANG, X. The origin of the antibacterial property of bamboo. **Journal of the Textile Institute**, v. 103, n. 8, p. 844-849, 2012.

AFONSO, D. G.; SILVA, Z. A. G. P. G. Bambu nativo: alternativa de desenvolvimento econômico e sustentável para o estado do Acre. Ocorrência, biomassa, perdas e exploração de bambu em florestas da Amazônia no Acre, Brasil. In: DRUMOND, P. M.; WIEDMAN, G. (Org.). **Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia**. 1. ed. Rio de Janeiro: ICH, 2017. p. 290-306. 655 p.

ALMEIDA NETO, J. A.; TESTEXLAF, R.; MATSURA, E. E. Características hidráulicas de tubos de bambu gigante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, p. 1-7, 2000.

ALMEIDA, M. V. **Remediação in vitro de poluentes orgânicos persistentes com utilização de plantas e nanopartículas**. 2013. 151 p. Tese (Doutorado). UFSCar, São Carlos, 2013.

ALLAWADHI, P., SINGH, V., GOVINDARAJ, K., KHURANA, I., SARODE, L. P., NAVIK, U., BANOTHU, A. K., WEISKIRCHEN, R., BHARANI, K. K., & KHURANA, A. (2022). Biomedical applications of polysaccharide nanoparticles for chronic inflammatory disorders: Focus on rheumatoid arthritis, diabetes and organ fibrosis. *Carbohydrate polymers*, 281, 118923. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118923>.

AMPARO, T. R.; BRAGA, V. C. C.; SEIBERT, J. B.; SOUZA, G. H. B. de; TEIXEIRA, L. F. M. Métodos para avaliação in vitro da atividade antimicrobiana de plantas medicinais: a necessidade da padronização. **Infarma - Ciências Farmacêuticas**, v. 30, n. 1, p. 50-59, 2018.

ARTACHO, V. F.; SPINACÉ, M. A. S. Caracterização de fibras de bambu e propriedade bactericida em compósitos poliméricos. In: Simpósio de Pesquisa do Grande ABC, 3., 2013, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: UFABC, 2013.

ASAMOAH, R. K.; OFORI-SARPONG, G.; AMANKWAH, R. K. Biosorption of heavy metals from wastewater using *Bambusa vulgaris* (Bamboo) PR. In: **2nd UMaT Biennial International Mining and Mineral Conference**. 2012. p. 56-61.

ATANASOV AG, Zotchev SB, Dirsch VM. 2021. **International natural product sciences taskforce**, Supuran CT. 2021. Natural products in drug discovery: advances and opportunities. *Nat Rev Drug Discov*. 20(3):200–216.

AUSTRIA, K. C.; WAING, K. G. W.; VALENTINO, M. J. Anti-oxidant and antibacterial potentials of *Bambusa blumeana* JA and JHP Schultes and *Bambusa vulgaris* Schrad. ex Wendl. **International Journal of Biology, Pharmacy and Allied Sciences**, v. 6, n. 11, p. 2175-88, 2017.

AZEVEDO, P. R.; SILVA, L. C. N.; SILVA, A. G.; MACEDO, A. J.; ARAÚJO, J. M.; SILVA, M. V. Antimicrobial activity and phytochemical screening of branches, fruits and leaves of *Eugenia brejoensis*. **Scientia plena**, v. 8, n. 5, 2012.

AZZINI, A.; CIARAMELLO, D. Bambu como matéria-prima para papel: IV-Estudos sobre o emprêgo de cinco espécies de *Bambusa*, na produção de celulose sulfato. **Bragantia**, v. 30, p. 305-319, 1971.

BARROS, A. C. **Estudos Sobre o Potencial do Bambu *Guadua angustifolia* Kunz. Para a Fitorremediação dos Metais Pesados Zinco e Cádmio**. 2007. 80 f. Dissertação (Mestrado em Química; Biotecnologia) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.

BENAVIDES, A. S. J. **Proposta de sistema construtivo para habitação de interesse social com bambu *Guadua*: um estudo de caso no Equador**. 2012. 142 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Florianópolis, 2012.

BENTON, A. Priority species of bamboo. **Bamboo: the plant and its uses**, p. 31-41, 2015.

BERLYN, G.P.; MIKSCHE, J.P. **Botanical microtechnique and cytochemistry**. Ames: Iowa State University Press, 1976.

BIAN, F.; ZHONG, Z; ZHANG, X; YANG, C.; GAI, X. Bamboo—An untapped plant resource for the phytoremediation of heavy metal contaminated soils. **Chemosphere**, v. 246, p. 125750, 2020.

BIANCHINI, M. C. **Florestas Dominadas por Bambu (gênero *Guadua*) no Sudoeste da Amazônia: extensão, Comportamento Espectral e Associação com o Relevo**. 2005. 75 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia / Universidade do Amazonas, Manaus, 2005.

BOISSIÉRE, M.; BEYESSA, M.; ATMADJA, S. **Guiding principles for sustainable bamboo forest management planning Benishangul-Gumuz Regional State (BGRS)**. Rome, FAO, 2019. 32 pp.

BRADFORD, M.M. **A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dyebinding**. *Analytical Biochemistry*, v.72,p.248-254, 1976.

BRAND, M. A.; GAA, A. Z. N.; BALDUINO JUNIOR, A. L.; CUNHA, A. B. D.; RIOS, P. D. A. Potencial do uso de quatro espécies de bambu para a produção de carvão vegetal para uso doméstico. **Ciência Florestal**, v. 30, p. 60-71, 2020.

CAEIRO, J. G. B. M. **Construção em bambu**. 2010. 157 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitectura de Lisboa (FAUTL), Lisboa, 2010.

CALEGARI, L.; HASELEIN, C. R.; SCARAVELLI, T. L.; SANTINI, É. J.; STANGERLIN, D. M.; GATTO, D. A.; TREVISAN, R. Desempenho físico-mecânico de painéis fabricados

com bambu (*Bambusa vulgaris* Schr.) em combinação com madeira. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 1, p. 57-63, 2007.

CANAVAN, S.; RICHARDSON, D. M.; VISSER, V.; ROUX, J. J.; VORONTSOVA, M. S.; WILSON, J. R. U. The global distribution of bamboos: assessing correlates of introduction and invasion. **An open-access Journal for Environmental and Evolutionary Plant Biology**, v. 9, n. 1, 2017.

CARVALHO, A. L. D.; NELSON, B. W.; BIANCHINI, M. C.; PLAGNOL, D.; KUPLICH, T. M.; DALY D.C. Bamboo-dominated forests of the southwest Amazon: detection, spatial extent, life cycle length and flowering waves. **PloS one**, v. 8, n. 1, p. e54852, 2013.

CASTRO, H. F. **Papel e Celulose: Curso de processos químicos industriais II**, apostila 4. 2009. Disponível em: <https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5840556/434/apostila4papelecelulose.pdf>. Acesso em: 2 de dezembro. 2022.

CEBALLOS, S.; KIM, C.; DING, D.; MOBASHERY, S.; CHANG, M.; TORRES, C. Activities of oxadiazole antibacterials against *Staphylococcus aureus* and other Gram-positive bacteria. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 62, n. 8, p. e00453-18, 2018.

CORRÊA, K.J.; Moreno, R.H P. Atividade antioxidante e anti-tirosinase nas folhas de *Guadua angustifolia* var. *bicolor* Lodoño (Bambusoideae:Poaceae) Graduação em Farmácia-Bioquímica - Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP 2022.

CHOUDHURY, D.; SAHU, J. K.; SHARMA, G. D. Value addition to bamboo shoots: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 49, p. 407-414, 2012.

CHOUDHURY, M.; BADWAIK, L. S.; BORAH, P. K.; SIT, N.; DEKA, S. C. Influence of bamboo shoot powder fortification on physico-chemical, textural and organoleptic characteristics of biscuits. **Journal of food science and technology**, v. 52, p. 6742-6748, 2015.

CHRAIBI, M.; FIKRI BENBRAHIM; K.; ELMSELLEM, H.; FARAH, A.; ABDEL-RAHMAN, I.; EL MAHI, B.; Y. FILALI BABA KANDRI RODI, Y.; HLIMI, F. Antibacterial activity and corrosion inhibition of mild steel in 1.0 M hydrochloric acid solution by *M. piperita* and *M. pulegium* essential oils. **Journal of Materials and Environmental Sciences**, v. 8, p. 972-81, 2017.

CIARAMELLO, Dirceu; AZZINI, Anísio. Bambu como matéria-prima para papel: V-Estudos sobre o emprego de quatro espécies de *Dendrocalamus*, na produção de celulose sulfato. **Bragantia**, v. 30, p. 321-336, 1971. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/BPSyymt5HkNc3jjGggXmvWB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 04 dez. 2021.

CLARK, L. G.; LONDOÑO, X.; RUIZ-SANCHEZ, E. Bamboo taxonomy and habitat. **Bamboo: The plant and its uses**, p. 1-30, 2015.

CLSI. **Método de Referência para Testes de Diluição em Caldo para a Determinação da Sensibilidade a Terapia Antifúngica das Leveduras**. Norma Aprovada - Segunda Edição.

NCCLS document M27-A2 [ISBN 1-56238-469-4]. NCCLS, 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne, Pennsylvania 19087-1898 Estados Unidos, v. 22, n. 15, 2002.

COUTO, L. C. et al. Taninos vegetais ou polifenóis 1. ed. Diamantina: UFVJM, 2021. 73 p.

CUNHA, A. L. et al. Os metabólitos secundários e sua importância para o organismo. *Diversitas Journal*, v. 1, n. 2, p. 175-181, 2016.

DAS, M.; BHATTACHARYA, S.; SINGH, P.; FILGUEIRAS, T. S.; PAL, A. Bamboo taxonomy and diversity in the era of molecular markers. **Advances in botanical research**, v. 47, p. 225-268, 2008.

DASH, A. K.; GUPTA, S. Bamboo wall structure: a step towards sustainable construction. **Advances in civil and structural engineering—CSE, Institute of Research Engineers and Doctors**, p. 11-14, 2014.

DIVER, S. **Bamboo: a multipurpose agroforestry crop**. ATTRA, Appropriate Technology Transfer for Rural Areas, 2006.

DHAHRI M, ALGHRABLY M, MOHAMMED HA, BADSHAH SL, NOREEN N, MOUFFOUK F, RAYYAN S, QURESHI KA, MAHMOOD D, LACHOWICZ JI, JAREMKO M, EMWAS A-H (2022). Natural Polysaccharides as Preventive and Horizon for Neurodegenerative Diseases. *Pharmaceutics*;14(1):1. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14010001>.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. **Colorimetric method for determination of sugars and related substances**. *Analytical Chemistry*, Washington, v.28, n.3, p.350-356, 1956.

DRUMOND, P. M.; WIEDMAN, G. **Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia**. Rio de Janeiro: ICH, 2017. FAO; INBAR. Bamboo for land restoration. **INBAR Policy Synthesis Report 4**, 2018.

FELÍCIO, R. de. **Produtos naturais marinhos: identificação de metabólitos fenólicos halogenados na macroalga *Bostrychia tenella* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) e potencial biológico de micro-organismos endofíticos associados**. 2010. 207 f. Dissertação (Mestrado em Produtos Naturais e Sintéticos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2010.

FELISBERTO, M. H. F.; BERALDO, A. L.; CLERICI, M. T. P. S. Young bamboo culm flour of *Dendrocalamus asper*: Technological properties for food applications. **LWT-Food Science and Technology**, v. 76, p. 230-235, 2017b.

FELISBERTO, M. H. F.; MIYAKE, P. S. E.; BERALDO, A. L.; CLERICI, M. T. P. S. Young bamboo culm: Potential food as source of fiber and starch. **Food Research International**, v. 101, p. 96-102, 2017a.

FERNANDES, F, Barbara.; Gonçalves, R, Haniel.; Guimarães, R, Maria.; Alves., A, A.; Bieski, G, I. **ESTUDO ETNOFARMACOLÓGICO DAS PLANTAS MEDICINAIS COM**

**PRESENÇA DE SAPONINAS E SUA IMPORTÂNCIA MEDICINAL.** SAJES – Revista da Saúde da AJES, Juína/MT, v. 5, n. 9, p. 16 – 22, Jan/Jun. 2019.

FERREIRA, E. J. L. O bambu é um desafio para a conservação e o manejo de florestas no sudoeste da Amazônia. **Cienc. Cult.**, São Paulo, v. 66, n. 3, p. 46-51, Sept. 2014.

FILGUEIRAS, T. S., VIANA, P.L. Bambus brasileiros: morfologia, taxonomia, distribuição e conservação. **Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia.** Rio de Janeiro: ICH, p. 10-27, 2017.

FILGUEIRAS, T. S.; SANTOS-GONÇALVES, A. P. Bambus nativos no Brasil: oportunidades e desafios para seu conhecimento. In: SEMINÁRIO NACIONAL DO BAMBU: estruturação da rede de pesquisa e desenvolvimento, v. 1, p. 196, Brasília, **Anais...** Brasília: 2006, p. 33-42.

FILGUEIRAS, T.S., LONGHI-WAGNER, H.M., VIANA, P.L., ZANIN, A., GUGLIERI, A., OLIVEIRA, R.C. DE, CANTO-DOROW, T.S., SHIRASUNA, R.T., VALLS, J.F.M., OLIVEIRA, R.P. **Poaceae.** In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2013.

FOUCHÉ, G.; CRAGG, G. M.; PILLAY, P.; KOLESNIKOVA, N.; MAHARAJ, V. J. SENABE, J. In vitro anticancer screening of South African plants. **Journal of Ethnopharmacology.** v. 119, n. 3, p. 455-461, 2008. Disponível em: 10.1016/j.jep.2008.07.005.

FREIRE, W. J. **Materiais para construções rurais.** Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora, 1991, p. 105 – 161.

FUJIMURA, M.; IDEGUCHI, M.; MINAMI, Y.; WATANABE, K.; TADERA, K. Amino acid sequence and antimicrobial activity of chitin-binding peptides, Pp-AMP 1 and Pp-AMP 2, from Japanese bamboo shoots (*Phyllostachys pubescens*). **Bioscience, biotechnology, and biochemistry,** v. 69, n. 3, p. 642-645, 2005.

GAGLIANO, J. **Bambus nativos: estudo fitoquímico e triagem de moléculas bioativas com efeito na cognição e na memória.** 2021. 175. f Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.

GENEROSO, A. L. **Caracterização Morfológica e Cultivo in vitro de Espécies de Bambu.** 2014. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)–Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.

GITANJALI P PANIGRAHI, ANKITA R RANE, SIRISHA L VAVILALA, SINJAN CHOUDHARY (2019). Deciphering the anti-Parkinson's activity of sulphated polysaccharides from *Chlamydomonas reinhardtii* on the  $\alpha$ -Synuclein mutants A30P, A53T, E46K, E57K and E35K, *The Journal of Biochemistry*, Volume 166, Issue 6, December 2019, Pages 463–474, <https://doi.org/10.1093/jb/mvz064>.

GOYAL, AK; MIDDHA, SK; SEM, A. Avaliação da eliminação radical DPPH atividade, fenóis totais e atividades antioxidantes em *Bambusa vulgaris* selvagem da Índia Extrato metanólico de folhas “Vittataa”. **Jornal de Farmacêuticos Naturais**. v.1, n.1, p.40-45, 2010.

GRECO, T. M.; ZANNIN, A. Tribo Olyreae (Poaceae: Bambusoideae) na Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Rodriguésia**, v. 68, p. 557-567, 2017.

GROSSER, D; LIESE, W. On the anatomy of Asian bamboos, with special reference to their vascular bundles. **Wood Science and technology**, v. 5, n. 4, p. 290-312, 1971.

GUILHERME, D. de O.; RIBEIRO, N. P.; CEREDA, M. P. **Cultivo, manejo e colheita do bambu**. In: DRUMOND, P. M.; WIEDMAN, G. (Org.). *Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia*. 1. ed. Rio de Janeiro: ICH, 2017. p. 28-41.

GUTIÉRREZ, L. G.; LÓPEZ-FRANCO, R.; MORALES-PINZÓN, T. Micropropagation of *Guadua angustifolia* Kunth (Poaceae) using a temporary immersion system RITA. **African Journal of Biotechnology**. v. 15, n. 28, p.1503-1510, 2016.

GUZZO, L. S. **Avaliação de atividades farmacológicas de diferentes espécies de *Lychnophora* utilizadas pela população**. 2007. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007.

HAMEED, Y. T.; IDRIS, A.; HUSSAIN, S. A.; ABDULLAH, N.; MAN, H. C. Effect of pre-treatment with a tannin-based coagulant and flocculant on a biofilm bacterial community and thenitrification process in a municipal wastewater biofilm treatment unit. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 8, n. 2, p. 103679, 2020.

HOSSAIN, M. F.; ISLAM, M. A.; NUMAN, S. M. Multipurpose uses of bamboo plants: a review. **Int Res J Biol Sci**, v. 4, n. 12, p. 57-60, 2015.

HU C.; ZHANG Y.; KITTS, D.D. Evaluation of antioxidant and prooxidant activities of bamboo *Phyllostachys nigra* var. Henonis leaf extract in vitro. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 8, p. 3170-3176, 2000.

INBAR. **Trade overview 2018 bamboo and rattan commodities in China**. International Bamboo and Rattan Organisation. 2019. 17 p.

IBÁ - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório anual 2021**. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorioiba2021-compactado.pdf>. Acesso em: 4 de fevereiro . 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Biomas Do Brasil**. 2019. Disponível em: [bit.ly/3Jz1g7U](https://bit.ly/3Jz1g7U). Acesso em: nov. 2022.

INBAR - INTERNATIONAL NETWORK FOR BAMBOO AND RATTAN. **Laminated Bamboo Furniture**. INBAR Technology Pages. 2003.

JAVED, B.; FAROOQ, F; IBRAHIM, M.; ABBAS, H. A. B.; JAWWAD, H.; ZEHRRA, S. S.; AHMAD, H. M.; SARWER, A.; MALIK, K.; NAWAZ, N. Antibacterial and antifungal

activity of methanolic extracts of *Salix alba* L. against various disease-causing pathogens. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, n. 1, p. 1-10, 2021.

JUNG, H. W.; YOON, K.M.; HAN, H.S.; PARK, Y. Hexane fraction of Zingiberis Rhizoma Crudus extract inhibits the production of nitric oxide and proinflammatory cytokines in LPS-stimulated BV2 microglial cells via the NF-kappaB pathway. **Food and Chemical Toxicology**, v.47, p.1190- 1197, 2005.

KORTE, G. **Broto de bambu**: Bioeconomia do Campo na Conab. Reunião conjunta das Câmaras Setoriais de Fibras Naturais. Federação das Indústrias do Estado da Bahia (FIEB), Seagri/BA e MAPA. Salvador, Bahia, 2018.

LANDECKER, H. Antibiotic Resistance and the Biology of History. **Body and Society**, v. 22, n. 4, p. 19-52, 2016.

LIESE, W. Anatomy and properties of bamboo. In: **Proceedings of the International Bamboo Workshop**. 1985. p. 196-208.

LIESE, W. Anatomy of bamboo. In: **Bamboo research in Asia: proceedings of a workshop held in Singapore, 28-30 May 1980**. IDRC, Ottawa, ON, CA, 1980.

LIESE, WALTER. Structures of a bamboo culm affecting its utilization. In: **Proceedings of International Workshop on Bamboo Industrial Utilization**. 2003. p. 1-8.

LIESE, W.; KÖHL, M. (Ed.). **Bamboo: the plant and its uses**. Springer, 2015.

LIMA JÚNIOR, H. C.; DALCANAL, P. R.; WILLRICH, F. L.; BARBOSA, N. P. Características mecânicas do bambu *Dendrocalamus giganteus*: análise teórica e experimental. **Sustainable construction into the next millennium: Environmentally friendly and innovative cement based materials**. João Pessoa: SNT, p. 394-406, 2000.

LIMA, L. D. P; CABRERA, J. M. F; GARCÍA, A. D. G; SANTANA, R. M. C. Benefícios do bambu na recuperação de terras degradadas. In: Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, 4., 2014, Bento Gonçalves - RS, Brasil. **Anais [...]**. Bento Gonçalves: [s.n.], 2014.

LIN, X.; HUANG, L.; FANG W. Bamboo regeneration via embryogenesis and organogenesis. **Embryogenesis. Rijeka: INTECH**, p. 359-372, 2012. Disponível em:[https://cdn.intechopen.com/pdfs/35574/InTech.Bamboo\\_regeneration\\_via\\_embryogenesis\\_and\\_organogenesis.pdf](https://cdn.intechopen.com/pdfs/35574/InTech.Bamboo_regeneration_via_embryogenesis_and_organogenesis.pdf). Acesso em 22 nov. 2022.

LIZARAZU, M. A.; RÚGOLO DE AGRASAR, Z. E.; VEGA, A. S. A new species of *Guadua* (Poaceae, Bambusoideae, Bambuseae) and synopsis of the genus in Argentina and neighboring regions. **Systematic Botany**, v. 38, n. 4, p. 1062-1075, 2013.

LUZ, H. S.; SANTOS, A. C. G.; LIMA, F. C.; MACHADO, K. R. G. **Prospecção fitoquímica de *Himatanthus drasticus* Plumel (Apocynaceae), da mesorregião leste maranhense**. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 16, n. 3, p. 657-662, 2014.

- LUKITANINGSIH, E.; ROHMAN, A.; RAFI, M.; NURRULHIDAYAH, A. F.; WINDARSIH, A. In vivo antioxidant activities of *Curcuma longa* and *Curcuma xanthorrhiza*: a review. **Food Research**, v. 4, n. 1, p. 13-19, 2020
- LONDOÑO, X. Dos nuevas especies de *Guadua* para el Perú (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae: Guaduinae). **Journal of the Botanical Research Institute of Texas**, v. 7, n. 1, p. 145-153, 2013.
- LONDOÑO, X. **Genetic diversity of the bamboos of America and specifically of the genus *Guadua***. In: I International Symposium on Genetic Resources of Bamboos and Palms and III International Symposium on Ornamental Palms, 2010, p. 43-50.
- LONDOÑO, X.; PETERSON, P. M. *Guadua sarcocarpa* (Poaceae: Bambuseae), a new species of Amazonian bamboo with fleshy fruits. **Systematic Botany**, p. 630-638, 1991.
- LONDOÑO, X.; ZURITA, E. Two new species of *Guadua* (Bambusoideae: Guaduinae) from Colombia and Bolivia. **Journal of the Botanical Research Institute of Texas**, p. 25-34, 2008.
- LONDOÑO, X.; CAMAYO, G.C.; RIAÑO, N.M.; LÓPEZ, Y. Characterization of the anatomy of *Guadua angustifolia* (Poaceae: Bambusoideae) culms. **Bamboo Science and Culture**, v. 16, n. 1, p. 18-31, 2002.
- LOPES-NETO, R. B.; VIANA, P. L. Flora of the Serra do Cachimbo (Eastern Amazon, Brazil): Bambusoideae (Poaceae), including the description of two new species. **Phytotaxa**, v. 550, n. 2, p. 99–129-99–129, 2022.
- LOPEZ, O. H. **Bambu su cultivo y aplicaciones en: fabricación de papel, construcción, arquitectura, ingeniería, artesanía**. Estudios Técnicos colombianos, 1974. 318 p
- LUIS, Z. G. L.; NOGUEIRA, J. S.; RIBEIRO, D. G.; SCHERWINSKI-PEREIRA, J. E. Caracterização anatômica dos órgãos vegetativos de bambu (Poaceae, Bambusoideae). In: DRUMOND, P. M.; WIEDMAN, G. (Org.). **Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia**. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, 2017. p. 42-59.
- LUKITANINGSIH, E.; ROHMAN, A.; RAFI, M.; NURRULHIDAYAH, A. F.; WINDARSIH, A. In vivo antioxidant activities of *Curcuma longa* and *Curcuma xanthorrhiza*: a review. **Food Research**, v. 4, n. 1, p. 13-19, 2020.
- LYBEER, Bieke. **Age-related anatomical aspects of some temperate and tropical bamboo culms (Poaceae: Bambusoideae)**. 2006. V.1, 201p. Thesis (PhD in Biology) – Ghent University, Belgium, 2006.
- MANHÃES, A. P. **Caracterização da cadeia produtiva do bambu no Brasil: abordagem preliminar**. 2008. 39 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008.
- MARINHO, N. P., NISGOSKI, S., & Muñiz, G. I. B. Avaliação das dimensões das fibras de colmos de bambu, *Dendrocalamus giganteus* (Wall) Munro, em diferentes idades. **Ciência Florestal**, v. 24, p. 251-256, 2014.

- MARQUES, S. C.; LUIZ, G. A.; SILVA, T. G. Emprego do bambu na construção civil. **Epitaya E-books**, v. 1, n. 12, p. 72-81, 2020.
- MATOS, F. J. A. **Introdução à fitoquímica experimental**. Fortaleza: Edições UFC, 141 p. 1997.
- MATOS, F. J. A. **Introdução à fitoquímica experimental**. Fortaleza: Edições UFC, 3 ed. 150p. 2009.
- MIRANDA, A. F. A. **Estudo anatômico do entrenóde *Guadua* Kunth (Poaceae: Bambusoideae) ocorrentes no estado do Acre - Brasil**. 2016. 58 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade de Brasília, Brasília, DF. 2016.
- MOREIRA, F. A.; GAGLIANO, J.; CARVALHO, W. R. S.; GUARATINI, M. T. G.; FURLAN, C. M. Antibacterial potential of extracts from different Brazilian bamboo species. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 44, p. 309–315, 2021.
- MORI, Y.; KUWANO, Y.; TOMOKIYO, S.; KUROYANAGI, N.; ODAHARA, K. Inhibitory effects of Moso bamboo (*Phyllostachys heterocycla* f. *pubescens*) extracts on phytopathogenic bacterial and fungal growth. **Wood Science and Technology**, v. 53, n. 1, p. 135-150, 2019.
- MULYONO, N.; LAY, B. W.; RAHAYU, S.; YAPRIANTI, I. Antibacterial activity of Petung Bamboo (*Dendrocalamus asper*) leaf extract against pathogenic *Escherichia coli* and their chemical identification. **International Journal of Pharmaceutical & Biological Archive**, v. 3, n. 4, p. 770-778, 2012.
- NICHOLLS, J. W. P.; DADSWELL, H. E. **Tracheid Length in *Pinus radiata* D. Don**. Melbourne: CSIRO, 1962. 19 p. (CSIRO Division of Forest Products Technological Paper, no. 24).
- NIRALA, D.P.; AMBASTA, N.; KUMARI, P. A review on uses of bamboo including ethnobotanical importance. **Int J Pure App Biosci**, v. 5, n. 5, p. 515-523, 2017.
- NUNES, G. M.; SOBRINHO JÚNIOR, A. S.; PASTOR, J. S. O uso do bambu como material estrutural na construção civil. **Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, n. 55, p. 152-164, 2021.
- ORTHEY, A.; BARAUNA, D.; RAZERA, D. L. **Processos do bambu laminado colado e suas aplicações no design de móveis**. In: GAMPI Plural, 5., 2015, Joinville, SC. **Anais [...]**. Joinville: UNIVILLE, 2015.
- OLIVEIRA, L. F. A. **Conhecendo bambus e suas potencialidades para uso na construção civil**. 2013. 90f. Monografia (Especialização em Construção Civil)–Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

OLIVEIRA, S.D .C Composição química e atividade biológica de extrato de *Guadua angustifolia* Kunth 2019. 99f dissertação(mestrado em ciências farmacêutica )programa de pós-graduação em fármacos e medicação ,Universidade de São Paulo, 2019.

OSSE, V. C.; MEIRELLES, C. R. M. O potencial do bambu na minimização dos problemas climáticos nos espaços urbanos. *Revista LABVERDE*, n. 3, p. 36-53, 2011.

PAULA, I.; GUERTA, A. C.; MARTINEZ, R. M. Comparison of *Eucalypt*, *Pine*, and Sugarcane cellulose fibers used for paper production. *Revista Árvore*. V. 43, n. 4, p. 1-7, 2019.

PEDRANGELO, A. C. Reforço de fibra de bambu em compósitos de cimento. 2020. 90 f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Maringá, Umuarama, 2020.

PEREIRA, M. A. R.; BERALDO, A. L. **Bambu de Corpo e Alma**. Bauru: Canal 6 Projetos Editoriais, 2007. v. 1. 239p.

PEREIRA, M. A. R.; BERALDO, A. L. **Bambu de Corpo e Alma**. 2. ed. Bauru: Canal 6, 2016. v. 1. 348p .

QUEGE, K. E.; ALMEIDA, R. A.; UCKER, F. E. Utilização do bambu no tratamento de esgoto sanitário pelo sistema de alagados construídos. **Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental**. v. 10, p. 2069-2080, 2011.

RAMALHO, R. S. **O uso de macerado no estudo anatômico de madeiras**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 4, 1987.

RATHOD, J. D.; PATHAK N. L.; PATEL R. G.; JIVANI N.P.; BHATT N. M. Phytopharmacological properties of *Bambusa arundinacea* as a potential medicinal tree: An overview. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, n. Issue, p. 27-31, 2011.

REDKO, B. V. P. **Celulose de Bambu**. In: I Seminário do Bambu, Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel-ABCP, São Paulo, 1970.

REFLORA, **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 08 mar. 2023.

RISS, T. L.; MORAVEC, R. A.; NILES, A. L.; DUELLMAN, S.; BENINK, H. A.; WORZELLA, T. J.; MINOR, L. Cell Viability Assays. In: **Assay Guidance Manual**. Bethesda (MD): Eli Lilly & Company and the National Center for Advancing Translational Sciences, 2013.

RODRIGUES, R.; BENTO, C. S.; SILVA, M. G. M.; SUDRÉ, C. P. Atividades de caracterização e avaliação em bancos de germoplasma. In: PEREIRA, T. N. S. **Germoplasma: conservação, manejo e uso no melhoramento de plantas**. Viçosa: Arca, 2010. p. 115-140.

RODRIGUES, T. L. M.; CASTRO, G. L. S.; VIANA, R. G.; GURGEL, E. S. C.; SILVA, S. G.; OLIVEIRA, M. S.; ANDRADE, E. H. D. A. Physiological performance and chemical compositions of the *Eryngium foetidum* L. (Apiaceae) essential oil cultivated with different fertilizer sources. **Natural Product Research**, v. 35, n. 23, p. 5544-5548, 2021.

RODRÍGUEZ, R.; JIMENEZ, A.; FERNANDEZ-BOLANOS, J.; GUILLEN, R.; HEREDIA, A. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. **Trends in food science & technology**, v. 17, n. 1, p. 3-15, 2006.

RUSCH, F.; HILLING, E.; CEOLIN, G. B. Anatomia de hastes adultas de bambu: uma revisão. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 38, 2018.

SÁ, M. P. **Caracterização anatômica dos colmos de *Guadua* sp. coletados em dois microambientes e submetidos a diferentes tratamentos preservativos e graus de deterioração.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2019.

SANTOS, S. C.; FERREIRA F. S.; ALVA, J. C. R.; FERNANDEZ, L. G. Atividade antimicrobiana *in vitro* do extrato de *Abarema cochliocarpos* (Gomes) Barneby & Grimes. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 2, p. 215-219, 2007.

SARAIVA, L. C. F. et al. Triagem fitoquímica das folhas de Moringa oleifera. **Boletim Informativo Geum**, v. 9, n. 2, p. 12, 2018.

SHALINI, A.; MEENA, R. K.; TARAFDAR, S.; THAKUR, S. Evaluation of genetic diversity in bamboo through DNA marker and study of association with morphological traits. **Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences**, v. 2, n. 8, p. 78-83, 2013.

SHIMABUKURO, U. C. **Intoxicação por *Bambusa vulgaris* em um equino.** 2002. 33 f. Residência apresentado ao Programa de Residência Uniprofissional em Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, 2022.

SHINWARI, Z. K. Medicinal plants research in Pakistan. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 4, n. 3, p. 161-176, 2010.

SILVA, Dayane Alves da. et al. Preparação e caracterização físico-química do extrato hidroalcoólico de *Genipa americana* Linnaeus. **Revista Eletrônica de Farmácia Eletronic Journal of Pharmacy**, v. 16, 2019.

SILVA, Mariana Armando da et al. Avaliação farmacológica qualitativa das folhas do vegetal. **SALUSVITA**, Bauru, v. 31, n. 3, p. 237-246, 2012.

SILVA, J. N.; SOUSA, J. A.; QUEIROZ, M. N.; SÁ, M. P.; ROMEU, L. V. L.; FERNANDES, N. C. L.; LOBÃO, M. M. S. Avaliação das modificações das propriedades físicas do colmo de *Guadua* sp. submetidos a tratamentos preservativos convencionais, naturais e residuais. **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 1, p. 188-203, 2020.

SILVA, L. I.; KARUPPUSAMY, A.; MIYAJIMA, F.; VIOLANTE, I. M. P.; BIESKI, I. G. C.; BALOGUN, S. O.; MARTINS, D. T. O. Antimicrobial and antioxidant activities of selected plants used by populations from Juruena Valley, Legal Amazon, Brazil.

**International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science**, v. 9, n. 5, p. 179-191, 2017.

SILVA, M. S. M. **Diversidade genética e estrutura populacional de duas espécies de bambu do gênero *Guadua* na região sul-ocidental da Amazônia**. 2019, 118 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Acre, 2019.

SILVA, S. M.; MARTINS, K.; COSTA, F. H.; CAMPOS, T. D.; SCHERWINSKI-PEREIRA, J. E. Genetic structure and diversity of native *Guadua* species (Poaceae: Bambusoideae) in natural populations of the Brazilian Amazon rainforest. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 92, 2020.

SILVA, S. M. M.; PEREIRA, J. E. S.; SILVA, W. C. Conservação de diversidade de bambu *Guadua* no Acre. In: **Conservação e Tecnologias para o Desenvolvimento Agrícola e Florestal no Acre**, 1.ed., cap. 2, p. 61-77. 2019.

SARAIVA, L. C. F. et al. Triagem fitoquímica das folhas de Moringa oleifera. Boletim Informativo Geum, v. 9, n. 2, p. 12, 2018.

SILVA, F. A.; BIZERRA, A. M. C.; FERNANDES, P. R. D. Testes fitoquímicos em extratos orgânicos de *Bixa orellana* L. (urucum). **HOLOS**, Natal, Ano 34, v. 02. p. 484-498, 2018.

SILVEIRA, M. **A floresta aberta com bambu no sudoeste da Amazônia: padrões e processos em múltiplas escalas**. Edufac, v. 157, p.145, 2005.

SILVEIRA, M. **A floresta aberta com bambu no sudoeste da Amazônia: padrões e processos em múltiplas escalas**. 121 f. 2001. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ecologia)-Instituto de Ciências Biológicas. Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

SINGH, S. A.; BORA, T.C.; SINGH, N.R. Preliminary phytochemical analysis and antimicrobial potential of fermented *Bambusa balcooa* shoots. **The Bioscan**, v. 7, p. 391-394, 2012.

SINGHAL, P.; BAL, L.M.; SATYA, S.; SUDHAKAR, P.; NAIK S. N. Bamboo shoots: a novel source of nutrition and medicine. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 53, n. 5, p. 517-34. 2013.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J.A. Jr. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Amer. J. Enol. Viticult.* v.16, p. 144-158, 1965.

SHIRASUNA, R.T. ***Guadua* in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: . 2015. Acesso em: 13 Fev. 2023.

SOBRINHO JÚNIOR, Antônio da Silva. **Avaliação do efeito de parâmetros microestruturais e de processo de impregnação de fluidos em colmos de *Bambusa vulgaris***. 2010. 147 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

SONG, X.; ZHOU, G.; JIANG, H.; YU, S.; FU, J.; LI, W.; WANG, W.; MA, Z.; PENG, C. Carbon sequestration by Chinese bamboo forests and their ecological benefits: assessment of

potential, problems, and future challenges. **Environmental Reviews**, v. 19, n. NA, p. 418-428, 2011.

SOUMYA, V.; MUZIB, Y. I.; VENKATESH, P. GC-MS Characterization, *in vitro* Antioxidant and Antimicrobial Activity of Newly Isolated Oil from Edible Wild Bamboo Rice (*Bambusa bambos*). **Journal of Biologically Active Products from Nature**, United Kingdom, v. 3, n. 4, p. 209-215, 2014.

SOUSA, B. A.; SILVA O. N.; PORTO W. F.; ROCHA T. L.; SILVA P. L., LEAL A.P.F., BUCCINI F. D.; FAJEMIROYE J.O.; CALDAS R. A.; FRANCO O.L.; GROSSI-DE-SÁ M.F.; NUNEZ C. F.; MORENO S.E. Identification of the Active Principle Conferring Anti-Inflammatory and Antinociceptive Properties in Bamboo Plant. **Molecules**, v. 26, n. 10, p. 3054, 2021.

SOUZA, A. M. **Os diversos usos de bambu na construção civil**. 2014. 102 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica do Paraná, Campo Mourão, 2014. Disponível em: Acesso em: 15 março. 2023.

SOUZA, F. M., LEÃO, L. O., QUARESMA, W. M. G. Estado da arte do bambu na construção civil. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 4, p. 19637-19653, abril 2020.

SPOLIDORO, P. V. **Características dendrométricas e propriedades físicas dos colmos de *Bambusa vulgaris* e *Bambusa tuldoides***. 2008. 55 f. Dissertação – Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro, Seropédica, 2008.

SRIVASTAVA, R. C. Bamboo, new raw material for phytosterols. **Current Science**, v. 59, n. 24, p. 1333-1334, 1990.

TANAKA, A.; KIM, H. J.; ODA, S.; SHIMIZU, K.; KONDO, R. Antibacterial activity of Moso Bamboo shoot skin (*Phyllostachys pubescens*) against *Staphylococcus aureus*. **Journal of Wood Science** 57, p. 542–544, 2011.

TANAKA, A.; SHIMIZU, K.; KONDO, R. Antibacterial compounds from shoot skins of moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*). **Journal of wood science**, v. 59, p. 155-159, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Ibge, 1991.

WATANABE, B.L. Desenvolvimento e caracterização de pasta de broto de bambu (*Dendrocalamus asper*) 2016. 91 F. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Florianópolis 2016.

WAHAB, R.; MUSTAPA, M. T.; SULAIMAN, O.; MOHAMED, A.; HASSAN A.; KHALID, I. Anatomical and physical properties of cultivated two-and four-year-old *Bambusa vulgaris*. **Sains Malaysiana**, v. 39, n. 4, p. 571-579, 2010.

WRÓBLEWSKA, K. B. et al. In vitro **antioxidant and photoprotective activity of five nativeBrazilian bamboo species**. *Industrial Crops and Products*, v. 130, n. December 2018, p.208–215, 2019.

WYKOWSKI, R. **Saponinas: uma promessa da ciência contra o câncer**. Universidade federal do rio grande do sul, p. 58, 2012.

YAKUBU, M. T.; BUKOYE, B. B., Abortifacient potentials of the aqueous extract of *Bambusa vulgaris* leaves in pregnant Dutch rabbits. *Contraception*, v. 80, n. 3, p. 308-313,2009.

YANG, W.; ZHAO, P.; LI, X.; GUO, L.; GAO, W. The potential roles of natural plant polysaccharides in inflammatory bowel disease: A review. *Carbohydrate polymers*, 277, 118821.

## Anexo

### NORMAS REVISTA BRAZILIAN JOURNAL OF BOTANY

Os manuscritos deverão ser submetidos em Word.

- Use uma fonte normal e simples (por exemplo, Times Roman de 10 pontos) para o texto.
- Use itálico para dar ênfase.
- Use a função de numeração automática de páginas para numerar as páginas.
- Não use funções de campo.
- Use tabulações ou outros comandos para recuos, não a barra de espaço.
- Use a função de tabela, e não planilhas, para criar tabelas.
- Use o editor de equações ou MathType para equações.
- Salve seu arquivo em formato docx (Word 2007 ou superior) ou formato doc (versões mais antigas do Word).

Manuscritos com conteúdo matemático também podem ser submetidos em LaTeX. Recomendamos usar o [modelo LaTeX da Springer Nature](#).

#### Títulos

Utilize no máximo três níveis de títulos exibidos.

#### Abreviações

As abreviaturas devem ser definidas na primeira menção e usadas de forma consistente a partir de então.

#### Notas de rodapé

As notas de rodapé podem ser utilizadas para fornecer informações adicionais, que podem incluir a citação de uma referência incluída na lista de referências. Não devem consistir apenas em uma citação de referência e nunca devem incluir os detalhes bibliográficos de uma referência. Também não devem conter figuras ou tabelas.

As notas de rodapé do texto são numeradas consecutivamente; aqueles nas tabelas devem ser indicados por letras minúsculas sobrescritas (ou asteriscos para valores de significância e outros dados estatísticos). As notas de rodapé do título ou dos autores do artigo não recebem símbolos de referência.

Sempre use notas de rodapé em vez de notas finais.

#### Agradecimentos

Agradecimentos a pessoas, subsídios, fundos, etc. devem ser colocados em uma seção separada na página de título. Os nomes das organizações financiadoras devem ser escritos por extenso.

#### Referências

##### *Citação*

Citar as referências no texto por nome e ano entre parênteses. Alguns exemplos:

- A pesquisa em negociação abrange muitas disciplinas (Thompson 1990).
- Este resultado foi posteriormente desmentido por Becker e Seligman (1996).
- Este efeito foi amplamente estudado (Abbott 1991; Barakat et al.).

##### *Lista de referência*

A lista de referências deverá incluir apenas trabalhos citados no texto e que tenham sido publicados ou aceitos para publicação. Comunicações pessoais e trabalhos inéditos deverão ser mencionados apenas no texto. Não use notas de rodapé ou finais como substitutos de uma lista de referências.

As entradas da lista de referências devem ser organizadas em ordem alfabética pelos sobrenomes do primeiro autor de cada trabalho. Por favor, coloque-os em ordem alfabética de acordo com as seguintes regras: 1) Para um autor, por nome do autor e depois cronologicamente; 2) Para dois autores, por nome do autor, depois nome do coautor e depois cronologicamente; 3) Para mais de dois autores, pelo nome do primeiro autor, depois cronologicamente.