



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



**ANÁLISE DO POTENCIAL BACTERICIDA *IN VITRO* E
CARACTERIZAÇÃO FITOQUÍMICA DOS EXTRATOS
DE COLMO, FOLHAS E RIZOMA DE *GUADUA*
*WEBERBAUERI***

RAQUEL RODRIGUES DE SOUZA

RIO BRANCO, AC
2023

RAQUEL RODRIGUES DE SOUZA

**ANÁLISE DO POTENCIAL BACTERICIDA *IN VITRO* E
CARACTERIZAÇÃO FITOQUÍMICA DOS EXTRATOS
DE COLMO, FOLHAS E RIZOMA DE *GUADUA*
*WEBERBAUERI***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, da Universidade Federal do Acre, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências e Inovação Tecnológica**.

Orientador: Profa. Dra. Berenice Kussumoto de Alcântara da Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Delcio Dias Marques

RIO BRANCO, AC
2023

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

**ANÁLISE DO POTENCIAL BACTERICIDA *IN VITRO* E
CARACTERIZAÇÃO FITOQUÍMICA DOS EXTRATOS
DE COLMO, FOLHAS E RIZOMA DE *GUADUA*
*WEBERBAUERI***

RAQUEL RODRIGUES DE SOUZA

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 10/02/2023



Profa. Dra. Berenice Kussumoto de Alcântara da Silva

(Orientadora – UFAC, PPG-CITA)

Profa. Dra. Leila Priscila Peters

(membro da banca – UFAC, PPG-CITA)

Prof. Dr. Rogério Antônio Sartori

(membro externo – UFAC)

“Dedico a minha mãe por ser forte e guerreira em toda a minha criação!”

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por mais essa conquista profissional. Por ter chegado até aqui e não desistido no caminho.

Agradeço a CAPES pelo apoio financeiro, pois sem isso não seria possível a concretização dessa pesquisa.

Agradeço a Professora Dra. Berenice Kussumoto de Alcântara da Silva por ter me dado a oportunidade de ser orientada por ela, por todos os ensinamentos no decorrer do meu mestrado e ter depositado em mim a confiança para realização desse trabalho.

Agradeço as amigas construídas no decorrer do mestrado por Kelly, Maria Rosiane e Emerson, principalmente aos meus amigos Thiago Alves da Silva, nos momentos de coletas e pesquisas; e a Ronaira da Costa Ferreira Almeida, no apoio as análises e também a pesquisas para este trabalho. Pois ambos me incentivaram e ajudaram em vários momentos. Sou grata a todo esse apoio.

Às professoras Leila Priscila e a Clarice Maia Carvalho por terem concedido o laboratório delas da BIONORTE para realização das análises antimicrobiana.

Aos técnicos do laboratório Joelton e Guaracy, por todo suporte para realização para as análises fitoquímicas.

Também não poderia deixar de agradecer ao meu antigo orientador de graduação no PIBIC e atual coorientador o professor Dr. Delcio Dias Marques, pelos auxílios e ensinamentos para a realização dos testes fitoquímicos, me ensinou bastante em todos os anos de graduação. Excelente professor de química.

Agradeço ao meu namorado Jailson Gonçalves da Silva por ser meu alicerce nessa caminhada, pelo incentivo e todas as vezes que ia me deixar e buscar no laboratório, até aos finais de semana. Sem medir esforços para me ajudar.

Agradeço, exclusivamente, a minha mãe por todo apoio a minha criação e incentivos de estudo, pois sem ela nada seria possível. Dedico mais essa conquista a ela. Agradeço aos meus irmãos Jorge Miranda e Ivonete por estarem sempre comigo até quando brigamos. E também a toda minha família, principalmente minhas tias e madrinha, por sempre me apoiarem sempre.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes.”

Martin Luther King.

RESUMO

O bambu do gênero *Guadua weberbaueri* é uma espécie amplamente distribuída no Estado do Acre, é uma planta da família Poaceae e subfamília Bambusoideae. Sua estrutura é caracterizada por ser uma espécie de hábitos arborescente, seu porte é de média a grande e em seus colmos e ramos apresentam espinhos. A principal característica da espécie *G. weberbaueri* está relacionado com seu rizoma paquimorfo que forma touceiras e a presença de espinhos nos nós. Para realização do trabalho, o bambu foi separado em folhas, colmo e rizoma. O estudo biológico foi realizado em extrato hidroalcólico, o qual foi suspenso em dimetilsulfóxido (DMSO) e o teste fitoquímico foi realizado em extração aquosa, clorofórmica, metanólica e ácida. A atividade antimicrobiana foi realizada frente as cepas bacterianas do *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 e *Escherichia coli* ATCC 25922, e teve como melhor concentração inibitória mínima em 25 mg/mL para o tecido da folha na bactéria *S. pneumoniae* e *E. coli*, no colmo para as bactérias *S. aureus* e *K. pneumoniae* e para o rizoma nas bactérias *S. pneumoniae* e *K. pneumoniae*. Para as análises fitoquímicas, houve presença significativa para os constituintes de fenóis, flavonoides, heterosídeos/glicosídeos, esteroides e triterpenoides. A presença de saponinas foi notada somente nas folhas. O trabalho buscou preencher lacunas quanto aos efeitos biológicos e químicos de *G. weberbaueri* devido à ausência de estudos sobre a espécie.

Palavras-chave: Atividade antimicrobiana. Fitoquímica. Extrato hidroalcólico.

ABSTRACT

Bamboo of the genus *Guadua weberbaueri* is a species widely distributed in the State of Acre, it is a plant of the Poaceae family and Bambusoideae subfamily. Its structure is characterized by being a species of arborescent habits, its size is medium to large and its stems and branches have thorns. The main characteristic of the species *G. weberbaueri* is related to its pachymorphic rhizome that forms clumps and the presence of thorns in the nodes. To carry out the work, the bamboo was separated into leaves, stem and rhizome. The biological study was carried out in hydroalcoholic extract, which was suspended in dimethylsulfoxide (DMSO) and the phytochemical test was carried out in aqueous, chloroform, methanolic and acid extraction. The antimicrobial activity was performed against the bacterial strains of *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 and *Escherichia coli* ATCC 25922, and had the best minimum inhibitory concentration of 25 mg/mL for the leaf tissue in the bacteria *S. pneumoniae* and *E. coli*, in the stem for *S. aureus* and *K. pneumoniae* bacteria, and in the rhizome for *S. pneumoniae* and *K. pneumoniae* bacteria. For the phytochemical analyses, there was a significant presence for the constituents of phenols, flavonoids, heterosides/glycosides, steroids and triterpenoids. The presence of saponins was noted only in the leaves. The work sought to fill in gaps regarding the biological and chemical effects of *G. weberbaueri* due to the lack of studies on the species.

Keywords: Antimicrobial activity. Phytochemistry. Hydroalcoholic extract.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Morfologia externa de uma planta de bambu. A imagem da esquerda mostra um rizoma do tipo paquimorfo (crescimento em touceiras) e a imagem da direita o rizoma é do tipo leptomorfo (não formam touceiras). Fonte: (GUILHERME, 2017, modificação nossa).	14
Figura 2 - Partes constituintes do bambu <i>Guadua weberbaueri</i> . Fonte: SOUZA, R. R (2023).	17
Figura 3 - Morfologia do rizoma paquimorfo da espécie <i>Guadua weberbaueri</i> . Fonte da foto: SOUZA, R. R (2023).	18
Figura 4 - Localização da coleta do material vegetal utilizado para o preparo dos extratos. Fonte: Google maps.....	24
Figura 5 - Separação do material para a secagem: rizomas (conhecidos como espaçadores do <i>G. weberbaueri</i>), colmos e folhas (maduras do tipo fotossintetizantes), respectivamente (da esquerda para a direita). Fonte da foto: SOUZA, R. R (2023).	25
Figura 6 - Processo de filtração do material em maceração: colmo, folha e rizoma respectivamente. Fonte da foto: SOUZA, R. R (2023).	26
Figura 7 - Detalhamento das microdiluições seriadas. Ilustração: SOUZA, R. R (2022).	28
Figura 8 - Microplacas reveladas no reagente de Resazurina. Figura A - cepa da bactéria <i>E. coli</i> . Figura B - cepa da bactéria <i>S. aureus</i> . Figura C - cepa da bactéria <i>K. pneumoniae</i> . Figura D – cepa da bactéria <i>S. pneumoniae</i> . Fonte da foto: SOUZA, R. R (2023).	30
Figura 9 - Placas de petri estriadas com as CIM das bactérias e duas concentrações acima da CIM. A - Extrato das folhas + <i>E. coli</i> . B - Extrato das folhas + <i>S. aureus</i> . C - Extrato do colmo + <i>S. pneumoniae</i> . D - Extrato do colmo + <i>K. pneumoniae</i> . E – Extrato da folha + <i>K. pneumoniae</i> . F – Extrato do rizoma + <i>S. pneumoniae</i> . Fonte: SOUZA, R. R (2023).	32
Figura 10 - Resultado dos testes fitoquímicos. (A) teste para identificação de fenóis, no extrato das folhas. (B) teste de identificação de Ácidos Orgânicos, no extrato das folhas. (C) teste para identificação de Saponinas, nos três extratos, folhas, rizoma e colmo, respectivamente. (D) identificação de açúcares redutores, no extrato de colmo. Fonte da foto: SOUZA, R. R (2023).	45

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1- Concentração das CBM das microplacas. Fonte: pessoal.	31
Tabela 2 - Correlação das Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Bactericida Mínima (CBM) em concentração $\mu\text{L.mL}^{-1}$. Os “-” indicam que não foi observado o efeito em nenhuma concentração. Fonte: pessoal.	31
Tabela 3- Presença de compostos secundário. O (-) significa ausência. O (+) significa média presença. O (+++) significa forte presença.	44

Sumário

INTRODUÇÃO GERAL	12
REVISÃO DA LITERATURA	14
Característica, Distribuição e Uso do Bambu	14
O Gênero <i>Guadua</i>	16
Resistência Microbiana	19
CAPITULO I	21
POTENCIAL BACTERICIDA <i>IN VITRO</i> DOS EXTRATOS DE COLMOS, RIZOMA E FOLHAS DE UM BAMBU NATIVO DA AMAZÔNIA	21
RESUMO	21
ABSTRACT	21
INTRODUÇÃO	22
MATERIAL E MÉTODOS	24
Coleta do material vegetal	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
CAPITULO II	36
ANÁLISE FITOQUÍMICA DOS EXTRATOS DE COLMOS, RIZOMA E FOLHAS DE UM BAMBU NATIVO DA AMAZÔNIA	36
RESUMO	36
ABSTRACT	36
INTRODUÇÃO	37
MATERIAL E MÉTODOS	39
RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
CONCLUSÃO	48
CONCLUSÕES GERAIS	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

INTRODUÇÃO GERAL

O bambu é considerado uma gramínea de maior distribuição do globo terrestre, com cerca de 1.300 espécies e, no continente Americano, o Brasil se destaca com a maior ocorrência com 200 espécies, entre nativas e exóticas (DRUMOND; WIEDMAN, 2017). As espécies do gênero *Guadua* possuem um hábito arborescente que podem atingir porte médio a grande com característica peculiar por apresentar em seus colmos e ramos, espinhos, fazendo com que a espécie possua habilidades para se desenvolver, como por exemplo, fixando-se em outras plantas durante seu processo de crescimento (LONDOÑO; PETERSON, 1991).

No Brasil há duas tribos de bambu a Bambuseae e a Olyreae. As espécies da tribo Bambuseae são predominantes no estado do Acre, em sua região central ou Alto Acre, no qual formam os “tabocais” como são conhecidos popularmente, já os bambus da tribo Olyreae estão presentes desde a região Amazônica até a região Nordeste brasileiro (FILGUEIRA; VIANA, 2017).

O gênero *Guadua*, assim como outros bambus, possui um florescimento monocárpico, ou seja, apresentam um único evento com floração e frutificação maciça e sincrônica e, em seguida a morte de toda população. A longevidade das populações de *Guadua* no sudoeste da Amazônia é estimada de 27 a 28 anos. Após esse período a morte da população acontece devido o bambu ser uma planta clonal, suportada por extensas teias rizomatosas subterrâneas (FERREIRA, 2014).

No estado do Acre há uma estimativa de distribuição do bambu por oito tipologias florestais, apresentando maior proporção na região central, ocupando aproximadamente 28% do território acreano. Considerando o bambu não só como componente florestal, mas também como parte da biomassa da tipologia florestal é possível incrementar mais de 10% em tipologias que há dominância de bambu no sub-bosque, principalmente em florestas abertas. Assim, a área de bambuzais aumente para 38% de ocupação no território acreano (CARMO *et al.*, 2017), com aproximadamente sete milhões de hectares de bambus nativos, em que o gênero *Guadua* é a principal espécie relatada (PEREIRA; BERALDO, 2007).

O bambu, embora seja uma planta de grande abundância no país, é pouco explorado pela sociedade brasileira, em particular a acreana, apesar dessas espécies apresentarem um grande potencial para ser utilizado nas construções civis (ISSA, 2015). Além dessa aplicação, também são utilizados na produção de fármacos, cosméticos e

produtos de higiene e limpeza, um exemplo é a espécie de bambu *Apocata simplex* McClure, bastante utilizada para esse fim, mesmo assim, seu uso ainda é bastante limitado (ISSA, 2015).

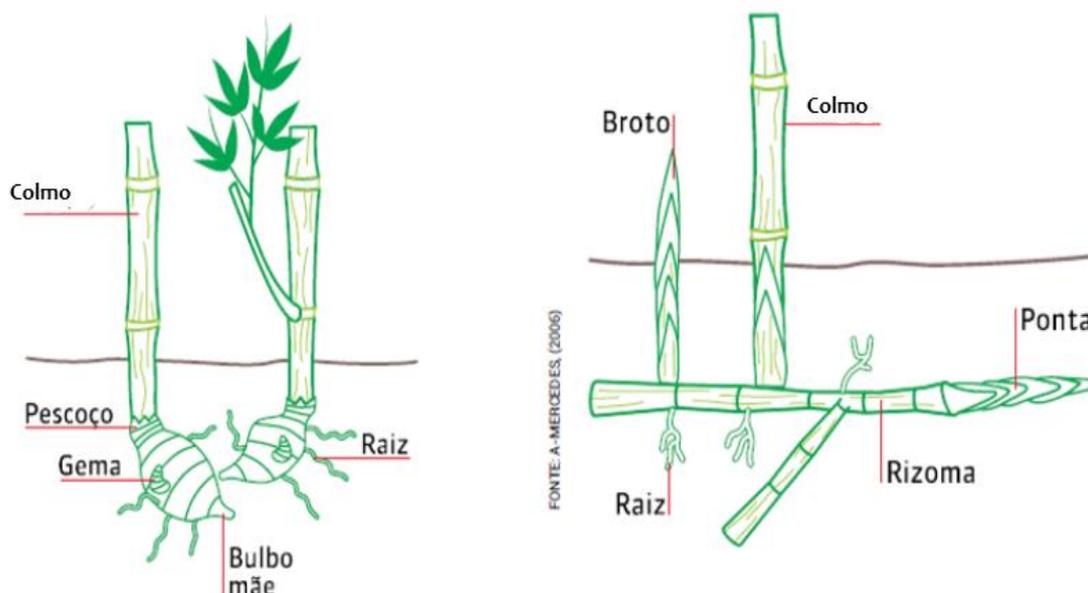
Contudo, na literatura são poucos os estudos relacionados a espécie *Guadua weberbaueri*. A maioria desses trabalhos está vinculada a pesquisas de florestamento e madeira na busca de substituir a madeira pelo bambu por ser visto como uma “madeira ecológica” de alta versatilidade, rápida propagação e baixo custo (COSTA, *et al.*, 2021), sendo assim, mais restritos estudos sobre sua potencialidade biológica e química. Assim, este estudo pretende preencher lacunas no conhecimento químico e biológico da espécie, com desenvolvimento de estudos do potencial antibacteriano e fitoquímico.

REVISÃO DA LITERATURA

Característica, Distribuição e Uso do Bambu

A espécie *G. weberbaueri* pertence à família Poaceae e subfamília Bambusoideae, composta por folhas acuminadas, colmos, e suas ramificações, como parte aérea (Figura 1). Os órgãos subterrâneos são compostos por raízes, rizomas ou bulbos o que torna sua morfologia bastante peculiar (GUILHERME *et al.*, 2017).

Figura 1 - Morfologia externa de uma planta de bambu. A imagem da esquerda mostra um rizoma do tipo paquimorfo (crescimento em touceiras) e a imagem da direita o rizoma é do tipo leptomorfo (não formam touceiras). Fonte: (GUILHERME, 2017, modificação nossa).



No que tange a morfologia, os colmos do bambu possuem forma cilíndrica e entrenós ociosos separados transversalmente uns dos outros por diafragmas que fornecem rigidez, flexibilidade e resistência ao colmo, tidos como os nós de onde saem os ramos e as folhas (JANSSEN, 2000). O rizoma, além de servir para armazenar nutrientes, também é responsável por sua propagação. O nascimento de novos colmos ocorre de forma assexuada através da ramificação dos rizomas. Essa ramificação pode ser dividida em três grupos distintos: grupo moita ou entouceirante, onde os colmos se desenvolvem agrupados uns aos outros e o alastrante que nascem e desenvolvem separados (PEREIRA, 2012). Há também o misto que é a aglutinação dos dois: moita e alastrante, denominado semientouceirante de crescimento anfipodial (SÁ, 2019).

As folhas de bambu possuem diferentes morfologias e funções, sendo elas folhas caulinares, catafilos de rizomas e as folhas fotossintetizantes. As caulinares são as folhas que emergem dos colmos, são encontradas nos nós e envolvem os entrenós e as gemas de crescimento, tendo a função de proteção. Os catafilos do rizoma são folhas reduzidas que também tem por função a proteção das gemas laterais presentes nos nós do rizoma. E as folhas fotossintetizantes são responsáveis pelo processo de fotossíntese, trocas gasosas e transpiração do vegetal (LUIS *et al.*, 2017).

Atualmente, são classificadas três tribos de bambus sendo a Arundinarieae, Bambuseae e Olyreae, das quais, são representadas no Brasil com as tribos: Bambuseae com espécimes de grande porte e colmos lenhosos e, Olyreae de menor porte e herbáceo (FILGUEIRAS *et al.*, 2017).

No Brasil o bambu possui diversos nomes populares como: taboca, taquara, taquara-açu, entre outros, sem uma planta amplamente distribuída geograficamente no globo terrestre, tendo a América do Sul cerca de 200 espécies entre as quais estão as nativas e exóticas, mas a grande maioria é endêmica (DRUMOND; WIEDMAN, 2017).

As plantas de bambu são encontradas preferencialmente em florestas nativas de climas temperados e/ou zonas tropicais devido ao ciclo perene, renovável, de rápido crescimento e grande produção em biomassa (PEREIRA; BERALDO, 2007).

No continente americano, principalmente para a região sul, encontram-se cerca de 40% de espécies de bambus lenhosos, sendo aproximadamente 320 espécies em 22 gêneros, tornando o Brasil o país de maior biodiversidade chegando a 81% dos gêneros (LONDOÑO, 2004).

No Acre, as florestas com bambu ocorrem especialmente na região leste do estado, sendo que aproximadamente 75% das florestas nativas da região têm o bambu como elemento florístico principal ou secundários em seus sub-bosques (SILVA *et al.*, 2019).

O bambu tem grande utilização na cultura oriental há milênios, todavia na cultura ocidental ainda é pouco conhecida (AFONSO, 2011). Seu uso é bastante visível nas construções civis, artesanato, paisagismo, cosméticos, mobiliário e outros (CASAGRANDE-JR, 2004). O seu uso está relacionado com as características dessas plantas que apresentam: rápido crescimento, resistência, versatilidade, flexibilidade, durabilidade e grande adaptabilidade à climas e solos divergentes (CASAGRANDE-JR, 2004).

Devido à grande relevância econômica, ambiental e sociocultural, o bambu vem ganhando espaço em vários setores, principalmente, como material complementar ao uso

da madeira. Dessa maneira essa matéria prima passou a ser utilizada em construções, podendo ser empregada como elemento estrutural, tanto em pilares, andaimes e até mesmo em pontes (GUILHERME *et al.*, 2017; ALVES, 2019).

Mundialmente, o uso de Bambu tem grande associação com as construções civis, artesanato, móveis, produção de lenha, proteção dos solos e fonte de água límpida (MARULANDA *et al.*, 2005). Entretanto, segundo Londoño e Zurita (2008) a espécie *G. weberbaueri*, uma espécie endêmica no continente americano principalmente na região Amazônica brasileira, é pouco utilizada popularmente devido a sua grande quantidade de espinhos e sua baixa durabilidade.

Hoje em dia, existem aplicações de espécies de bambu na produção de cosméticos, um exemplo é a espécie de bambu *Apocata simplex* McClure & Smith de origem asiática que tem sido utilizada em diversas aplicações na indústria cosmética em formulações de produtos de higiene, cosméticos e remédios, porém, seu uso ainda é bastante limitado, não abrangendo as espécies das Américas (ISSA, 2015; WRÓBLEWSKA, 2019).

O Gênero *Guadua*

O gênero *Guadua* (bambu tropical) é amplamente distribuído no continente americano sendo caracterizado por hábito arborescente. Seu porte varia de médio a grande e seus colmos e ramos apresentam espinhos em sua estrutura facilitando sua fixação em outras plantas durante seu crescimento (LONDOÑO; PETERSON, 1991). Por apresentarem um rápido crescimento e terem espinhos, são capazes de ocupar rapidamente grandes extensões do sub-bosque floresta por um longo período (HECHENBERGER *et al.*, 2022).

Segundo Morokawa (2008), o gênero possui em suas estruturas vantagens na ocupação de espaço: espinhos em formas de garras que representam uma adaptação dos colmos para escalar as árvores e possui um rizoma paquimorfo. As plantas do gênero *Guadua* são semelparas (único evento de reprodução sexuada) e monocárpicas (morrem após esse evento) (SILVEIRA, 2001). Possui florescimento monocárpico, apresentando uma população individual, em um único evento, floração e frutificação maciça e sincrônica, seguida de morte da população (HECHENBERGER *et al.*, 2022).

As espécies mais comumente encontradas nas florestas com bambu no estado do Acre são a *Guadua sarcocarpa* e *Guadua. weberbaueri*, sendo espécies lenhosas, de hábitos arborescentes, sarmentosas e capazes de atingir 20 metros de altura e 10 cm de diâmetro (LONDOÑO; PETERSON, 1991).

A espécie *G. weberbaueri* é composta em sua estrutura vegetativa modular de rizoma, brotos aéreos e sem ramos e folhas e, os colmos apresentam com ramos e folhas eretos na base e curvados no ápice (Figura 2). É uma espécie que pode ser encontrada em altas altitudes, como nos Andes em até 1.500 m, ou em baixa altitude, como o território brasileiro (LONDOÑO; PETERSON, 1991).

Figura 2 - Partes constituintes do bambu *Guadua weberbaueri*. Fonte: SOUZA, R. R (2023).



A espécie *G. weberbaueri* por ser curto, grosso, achatado dorsiventralmente, o seu rizoma é classificado como paquimorfo, no caso, formam touceiras. De acordo com informações particulares com Silveira (2001), parte da imagem definida como rizoma na verdade são espaçadores de rizoma que permite o transporte de água e nutrientes, são partes subterrâneas mais longevas da planta (Figura 3).

Figura 3 - Morfologia do rizoma paquimorfo da espécie *Guadua weberbaueri*. Fonte da foto: SOUZA, R. R (2023).



A espécie *G. weberbaueri* é expandida na região Amazônica e alguns países da América do Sul. No Acre há registro de ocorrências nos municípios de Rio Branco, Senador Guiomard, Capixaba, Sena Madureira, Santa Rosa do Purus, Manoel Urbano, Cruzeiro do Sul, Bujari e Assis Brasil (GBIF, 2018).

Encontram-se também no estado, a espécie *Guadua superba*, um bambu entouceirante, arborescente, e com rizoma paquimorfo - mesma forma rizomática do *Guadua weberbaueri* - encontrado em áreas úmidas, à beira de rios, igarapés, várzeas e florestas ombrófilas (GBIF, 2018). Outra espécie é o *Guadua chaparensis*, um bambu lenhoso, colmo verde esbranquiçado, ocorre em margens de rios e riachos e tem por nome popular “taboca ou taquara” (LONDOÑO; ZURITA, 2008). O *Guadua sarcocarpa* sendo um bambu lenhoso, provido de espinhos, apresenta entrenós ocos, rizomas do tipo paquimorfo em sistema subterrâneo de touceiras e são encontrados no Acre em áreas de capoeira e em clareiras. Assim, no estado do Acre são encontrados quatro tipos de espécies do gênero *Guadua* o *weberbaueri*, *G. superba*, *G. sarcocarpa* e *G. chaparensis*, mas a de maior quantidade florística são o *G. weberbaueri* e o *G. sarcocarpa* (LONDOÑO; PETERSON, 1991).

Resistência Microbiana

As doenças infecciosas vêm causando muitas mortes no mundo devido ao grande aumento da resistência microbiana prejudicando a saúde humana devido a ineficiência dos antígenos antimicrobianos (MONCIARDINI *et al.*, 2014). Com essa problemática, estudos antimicrobianos são necessários para o desenvolvimento e descoberta de novos antibióticos resistentes aos patógenos (HUANG *et al.*, 2012).

O indivíduo bacteriano tem rápida adaptabilidade às condições ambientais ao meio em que é inserido, possuem um mecanismo de defesa sob estresse de antibióticos, ocorrendo mutações, transferências e rearranjos genéticos dando a eles um avanço evolutivo (STRAUME *et al.*, 2015).

As bactérias são os microrganismos que normalmente apresentam grande resistência aos antibióticos. São classificadas em Gram-positivas e Gram-negativas, a partir de uma coloração química denominada de coloração Gram, sendo as gram-negativas as mais resistentes. Conforme a classificação as bactérias Gram-positivas adquirem uma coloração azul e as Gram-negativas uma coloração avermelhada, a principal diferenciação se baseia na parede bacteriana. A Gram-positiva apresenta uma espessa camada de peptidoglicano, também conhecida como mucosa peptídica, já a Gram-negativa apresenta uma camada de peptidoglicano é bastante delgada e complexa. As formas bactericidas podem ser de cocos, espirais ou bacilos (MOREIRA, *et al.*, 2015).

Existem dois tipos de resistência, a primária que é a defesa natural do microrganismo, que limita a ação de antimicrobianos em atingir o alvo, sem a prévia exposição a antibióticos. E a resistência secundária que está relacionada e evolução do microrganismo devido a mudança genética e adaptativa (MUNITA *et al.*, 2016; STRAUME *et al.*, 2015).

A resistência microbiana está ligada a microrganismos que são capazes de se multiplicar em presença de concentrações antimicrobianas mais altas do que as doses terapêuticas usadas pelos humanos. Essa resistência ocorre devido ao mau uso de antibióticos, além do processo natural de desenvolvimento de resistência microbiana (SANTOS, 2017).

A atividade de drogas e componentes naturais contra microrganismos são detectadas pela técnica de Concentração Inibitória Mínima (CIM) no qual determina uma pequena concentração onde há inibição de microrganismos (FILHO *et al.*, 2019).

O método de diluição é uma análise quantitativa com o intuito de medir a mínima concentração inibitória, onde substâncias em diferentes concentrações são inoculadas

junto a um tipo de microrganismo e o resultado final é obtido através de uma leitura visual de microplacas (OSTROSKY *et al.*, 2008; BALOUIRI *et al.*, 2016).

A técnica de diluição para determinação da atividade antimicrobiana pode ser dividida em macrodiluição e microdiluição. A macrodiluição é a adição do antimicrobiano, ou substância testada, com concentração conhecida, em meio de cultura líquido. É feita a diluição seriada em vários tubos de ensaio variando de 1,0 mL a 10,0 mL, não sendo um meio vantajoso devido aos grandes gastos em comparação com a microdiluição que são mínimas quantidades (JORGENSEN *et al.*, 2009). E a microdiluição no qual se utiliza microplacas de 96 poços de formato em “U” fazendo uso de micro quantidades, variando de 0,1 a 0,2 mL de material, assim apresentando diversas vantagens, como econômica, reprodutiva, alto grau de sensibilidade, sistema automatizado de leitura e outros (VEIGA, 2016). Para as análises desse trabalho foi utilizada a técnica de microdiluição para a determinação antimicrobiana.

O objetivo geral deste trabalho foi realizar estudo de caracterização fitoquímica e potencial bactericida dos extratos hidroalcoólico de folhas, rizomas e colmos de bambu da espécie *Guadua weberbaueri*.

CAPITULO I

POTENCIAL BACTERICIDA *IN VITRO* DOS EXTRATOS DE COLMOS, RIZOMA E FOLHAS DE UM BAMBU NATIVO DA AMAZÔNIA

RESUMO

A resistência microbiana é exemplificada em quanto menor a concentração de inibição melhor é o extrato natural e seus efeitos medicinais. Essa análise é importante para obtenção de medicamentos mais naturais extinguindo os sintéticos. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o potencial bactericida dos extratos hidroalcoólicos de *G. weberbaueri* frente a bactérias causadoras de doenças em humanos. As partes estudadas foram as folhas, o colmo e o rizoma. A atividade antimicrobiana foi realizada a partir da extração hidroalcoólica suspendida em dimetilsulfóxido (DMSO). Os testes antibacterianos foram realizados em placas estéreis de 96 poços, pelo método de microdiluição em meio líquido e sólido de Mueller-Hinton Broth. As análises foram testadas frente as cepas de bactérias *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883 e *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 e *Escherichia coli* ATCC 25922. Os resultados mostraram que houve inibição bactericida (CIM) para todos os tecidos. Para a *E. coli* o melhor tecido foi o rizoma com inibição em 25 mg/mL. Para *S. aureus* foram tanto para as folhas como para o colmo inibindo em 25 mg/mL. Para *K. pneumoniae* e *S. pneumoniae* os melhores tecidos foram folhas e rizoma em 25 mg/mL. O trabalho realizado vem preencher lacunas do conhecimento sobre atividade biológica da espécie *Guadua weberbaueri*.

Palavras-chave: *Guadua weberbaueri*. Antibacteriano. Bioprospecção.

ABSTRACT

Microbial resistance is exemplified by the lower the inhibition concentration, the better the natural extract and its medicinal effects. This analysis is important for obtaining more natural medicines by extinguishing the synthetic ones. Thus, this study aimed to evaluate the bactericidal potential of hydroalcoholic extracts of *G. weberbaueri* against bacteria that cause disease in humans. The parts studied were the leaves, the stem and the rhizome. The antimicrobial activity was performed from the hydroalcoholic extraction suspended in dimethylsulfoxide (DMSO). The antibacterial tests were carried out in sterile 96-well plates, using the Mueller-Hinton Broth method of microdilution in liquid and solid medium. The analyzes were tested against the bacteria strains *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883 and *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 and *Escherichia coli* ATCC 25922. The results showed that there was bactericidal inhibition (MIC) for all tissues. For *E. coli* the best tissue was the rhizome with inhibition at 25 mg/mL. For *S. aureus* they were both for the leaves and for the stem inhibiting at 25 mg/mL. For *K. pneumoniae* and *S. pneumoniae* the best tissues were leaves and rhizome at 25 mg/mL. The work carried out fills gaps in knowledge about the biological activity of the species *Guadua weberbaueri*.

Keywords: *Guadua weberbaueri*. Anti-bacterial. Bioprospection.

INTRODUÇÃO

Os bambus possuem grande importância devido serem materiais renováveis, de fácil obtenção e valiosos para os recursos florestais e, também na aplicação farmacêutica (WRÓBLEWKA *et al.*, 2005). As espécies de bambus são conhecidas e utilizadas pela civilização desde os tempos primórdios como material de construção e artesanato (WRÓBLEWKA *et al.*, 2005). Nos países asiáticos as folhas de bambu são utilizadas como material de embalagem de alimentos para evitar deterioração e em meio medicinal para tratamento de hipertensão, doenças vasculares e em certas formas de combate ao câncer, devido a sua capacidade antioxidante (WRÓBLEWKA *et al.*, 2005). As folhas de bambu são bastante usadas na medicina tradicional Chinesa para tratamento de febre e desintoxicação, além do uso na culinária por serem ricas em nutrientes (TAO *et al.*, 2017).

O interesse na pesquisa de atividade antimicrobiana tem crescido nos últimos anos na busca de agentes antimicrobianos naturais, pois os mesmos são fontes promissoras de substâncias bioativas contra parasitas e microrganismos com baixa agressividade a saúde dos seres humanos, quando se relacionam aos resíduos de fármacos sintéticos. (MAYERS, 2009.; SOARES; TAVARES-DIAS, 2013).

As doenças infecciosas são as principais causas de malefícios para a saúde humana, apesar de atualmente existir diversos antibióticos disponíveis para o tratamento desses microrganismos patogênicos, a resistência antimicrobiana vem crescendo, sendo uma problemática para saúde pública (SANTOS, 2017). Com isso, estudos de novas substâncias antibióticas mais eficazes contra patógenos resistentes aos tratamentos convencionais são necessários, principalmente se origem da biomolécula natural (ALVES *et al.*, 2012). Estudos mostram que as folhas de bambu possuem múltiplos efeitos biológicos como, antioxidante, antienvelhecimento e ajuda a prevenir doenças cardiovasculares (TAO *et al.*, 2017).

Novas espécies de bambus estão cada vez mais presentes nas indústrias de cosméticos, bem como em comércios de produtos naturais. Um exemplo, é a espécie *Phyllostachys pubescens* em que estudos revelaram sua atividade biológica, dando nas folhas atividade antioxidante, antialérgica e anticancerígena, nos brotos atividade antioxidante, e galhos as mesmas atividades biológicas presentes nas folhas, incluindo atividade antibacteriana (TANAKA *et al.*, 2014).

O estudo realizado com o bambu coreano da espécie *Wangdae* (*Phyllostachys bambusoides* S. *et* Z.), também apresentou inibição as bactérias *Staphylococcus aureus* e

Streptococcus mutans (BEAK, *et al.*, 2002). A pesquisa foi realizada com os extratos etanólico a 70% dos colmos e folhas de bambu. Os resultados revelaram que o colmo apresentou maior inibição que nas folhas. O extrato de colmo inibiu o crescimento de *S. aureus* e *S. mutans* nas Concentração Inibitórias Mínimas (CIM) de 10 µL/disco e 20 µL/disco, respectivamente (BEAK, *et al.*, 2002).

Outro estudo biológico realizado com as folhas de bambu da espécie *Phyllostachys aurea* utilizou nanopartículas de prata biosintetizadas a partir do seu extrato e revelou atividade antimicrobiana contra as bactérias *Escherichia coli* (Gram-positiva) e *S. aureus* (Gram-negativa). A concentração utilizada de nanopartículas de prata (AgNPs) foi de 20 µg/mL que foi eficaz para a concentração de até 1,0 x 10⁷ UFC/mL não havendo crescimento celular após 24 horas (YASIN *et al.*, 2013).

Um estudo biológico foi realizado com o óleo essencial das folhas de bambu da espécie *P. heterocycla* cv. *Pubescens* frente às cepas de duas bactérias Gram-positiva: *Bacillus subtilis* CICC 20034 e a *Flavobacterium* SHL45 CICC 51823, *E. coli* CICC 23845; *Pseudomonas fluorescens* (SHL5 CICC 20066) e *P. fluorescens* (SHL7 CICC 21620). Os resultados revelaram eficácia contra as bactéria Gram-negativa e Gram-positiva da *E. coli* e *B. subtilis*, obtendo uma concentração de inibição máxima (CIM) de 2,25 mg/mL, respectivamente (TAO *et al.*, 2017).

Diversas espécies de bambus têm sido usadas em trabalhos de teste bactericida como *Bambusa vulgaris*, *B. textilis*, *Dendrocalamus asper* (Schult & Schult), *Apoclada simplex* McClure & Smith, *P. pubescens*, *Wangdae* (*Phyllostachys bambusoides* S. et Z.) entre outros. No entanto, faltam estudos relacionados a espécie *Guadua weberbaueri*, que é uma espécie abundante na Amazônia Sul-Occidental. Assim, esse trabalho busca analisar essa potencialidade visando fechar lacunas a respeito do potencial bactericida dessa espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta do material vegetal

O material vegetal foi coletado no Parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre (UFAC) e identificado de acordo com informação pessoal do botânico Marcos Silveira, foi utilizada apenas uma planta e na mesma realizada três coletas. A figura 4 ilustra o ponto de coleta, sendo este localizado na borda do Parque Zoobotânico, Distrito Industrial, em Rio Branco, AC, Brasil, nas coordenadas S 9°57'25.9" W 67°52'12.4".

Figura 4 - Localização da coleta do material vegetal utilizado para o preparo dos extratos. Fonte: Google maps.



Em seguida, os materiais foram levados ao laboratório de Anatomia da Madeira, onde foram cortados, separados e limpos e, posteriormente foram dispostos à temperatura ambiente por 24 h para remoção da água de lavagem (Figura 5). No dia seguinte, as amostras foram secas em estufa de circulação de ar forçado por 24 h a temperatura de 45°C, no laboratório da BIONORTE da UFAC. Após esse processo, o material seco foi levado ao laboratório da Unidade de Tecnologia de Alimentos (UTAL) da UFAC e moído no moinho de facas inox. No laboratório de Produtos Naturais da Fundação de Tecnologia do Estado do Acre (FUNTAC) as amostras trituradas foram classificadas em peneira molecular de 48 mesh.

Figura 5 - Separação do material para a secagem: rizomas (conhecidos como espaçadores do *G. weberbaueri*), colmos e folhas (maduras do tipo fotossintetizantes), respectivamente (da esquerda para a direita). Fonte da foto: SOUZA, R. R (2023).



Preparo dos Extratos para as Análises Antimicrobianas

Os extratos hidroalcóolicos (70% álcool) das folhas, colmos e rizomas do bambu foram obtidos usando o método de maceração a frio (MATOS, 1997). Foi usado 10 g de cada amostra vegetal classificado a 48 mesh, sendo estes transferidos para um balão de fundo chato, onde foram acrescentados o solvente extrator até a completa submersão do material. O processo de extração foi realizado em recipiente fechado, por período de três dias a cada 24 horas. Ao final do prazo, o material foi filtrado sobre papel filtro e transferido para um béquer devidamente tarado (Figura 6). Para completa secagem dos extratos foi realizado em estufa de circulação de ar forçado a 45 °C, no laboratório da BIONORTE.

Figura 6 - Processo de filtração do material em maceração: colmo, folha e rizoma respectivamente. Fonte da foto: SOUZA, R. R (2023).



Determinação Antimicrobiana

Antes do processo de solubilização do extrato seco, os materiais de trabalho utilizados nas análises foram autoclavados a temperatura de 120°C à 1 ATM de pressão durante 20 minutos para esterilização, sendo estes: ponteiros, tubos de ensaio com solução salina, água destilada, eppendorfs, placas de petri, cotonetes, os meios de culturas e béquer. Após o processo de esterilização, iniciou-se a solubilização dos extratos em dimetilsulfóxido, no qual houve a identificação de 2 eppendorfs por extrato, sendo o colmo, a folha e o rizoma, totalizando 6 eppendorfs, e cada um contendo 100 mg do material seco hidroalcolico suspensos em 1 mL de dimetilsulfóxido. Ao final, foram utilizados 200 mg de extrato seco de cada tecido vegetal suspensos no total de 2 mL de dimetilsulfóxido. Para completa solubilização do extrato, os tubos eppendorfs foram agitados em vórtex, sendo o volume final de 2 mL distribuído para as quatro bactérias estudadas em triplicata.

Para a avaliação da atividade antimicrobiana dos extratos de bambu, tanto do colmo, rizoma e folhas o primeiro passo foi determinar a Concentração Inibitória Mínima (CIM) e para tal foi utilizado o método de microdiluição em caldo de acordo com o protocolo estabelecido pelo documento M100-S22/2012, Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2002).

Para o crescimento das bactérias, o meio de cultura utilizado foi preparado de acordo com as instruções do fabricante KASVI contidas no rótulo da embalagem, tanto o caldo e ágar (para meio sólido). O meio líquido de cultura Mueller-Hinton Broth foi feito

a partir da suspensão de 21 g em 1 litro de água destilada. Aquecida até completa dissolução e esterilizada em autoclave a 121°C por 15 minutos.

Para o meio de cultura sólido Mueller-Hinton Broth, foram separados do caldo inicial líquido 500 mL e adicionado 7,5 g de ágar (extrato de algas), por fabricação da Labcenter.

As cepas bacterianas utilizadas foram *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883 e *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 e *Escherichia coli* ATCC 25922. As mesmas foram estriadas em placas de Petri contendo o meio ágar Muller-Hilton (MH) sólido para o crescimento, em seguida foram colocadas em estufa de circulação no período de 24 horas, a uma temperatura de 37° C. Após esse período, foram coletadas colônias isoladas com o auxílio da alça de cobre e foram adicionadas à solução salina estéril contendo 0,9% de NaCl (Cloreto de sódio) em 100 mL de água destilada até obter uma turbidez correspondente a padronização na escala de McFarland de concentração 0,5, aproximadamente 1x10⁸ UFC/mL para as colônias bactericidas.

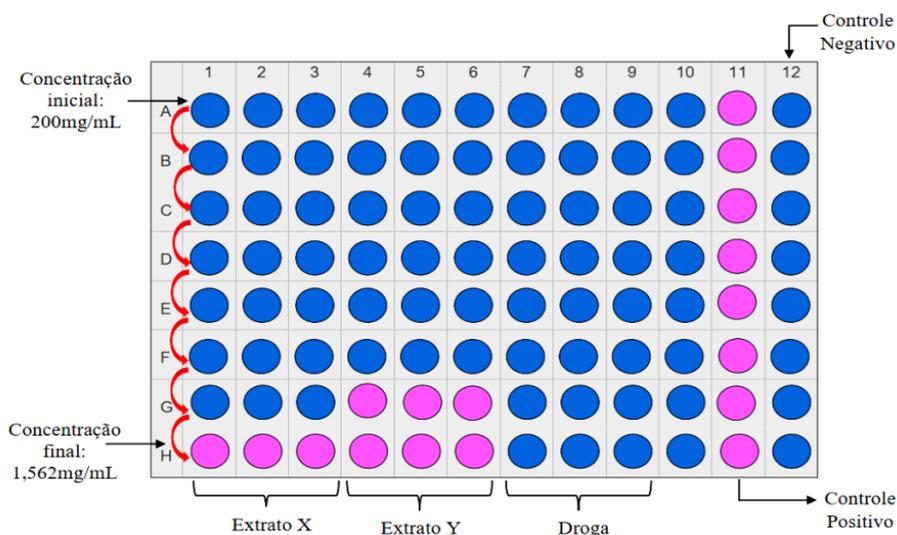
A Concentração Inibitória Mínima (CIM) foi determinada através da técnica de microdiluição, utilizando microplacas estéreis de 96 poços divididos em 12 colunas e 8 poços em cada, com fundo de formato em “U” que permite melhor visualização do crescimento bacteriano.

Para a atividade antibacteriana, foi distribuído 100 µL de meio de caldo de MH em todos os poços da placa, e em seguida, adicionado mais 100 µL dos extratos em DMSO na concentração de 2 µg/mL havendo a divisão para os três primeiros poços um extrato e mais três para outro extrato, sendo eles rizoma, folha ou colmo, tendo uma concentração inicial de 200 µL nos três primeiros poços antes da diluição seriada.

Seguiu o processo de diluição seriada por 7 vezes, começando por 200, 100, 50, 25, 12,5, 6,25, 3,125 e 1,5625 µg/mL, respectivamente, no qual havia a homogeneização em cada concentração e transferido 100 µL para o próximo poço, e assim sucessivamente, chegando a concentração final de 1,5625 µg/mL (Figura 7). A droga controle utilizada foi o Clorafenicol (L) 1 µg/mL, sendo o mesmo diluído da mesma forma para os extratos. Foram adicionados 5 µL de inóculo correspondente a cada cepa testada exceto para o controle negativo segundo a norma M7-A6 (CLSI, 2002). O controle negativo só continha no 100 µL de meio MH, já o positivo continha o meio na mesma quantidade de 50 µL mais 5 µL do inóculo. Após preencher as microplacas de todos os extratos e inóculos a mesma foi incubada em estufa de 37°C por 24 horas, seguinte a esse período foi

adicionado em cada poço 20 μL do reagente de Resazurina (30 $\mu\text{g}/\text{mL}$), que indica que a cor azul/roxa mudar para a coloração rosa há presença bactericida (Figura 7). Os ensaios foram realizados em triplicatas (OLIVEIRA *et al.*, 2013; RISS *et al.*, 2016).

Figura 7 - Detalhamento das microdiluições seriadas. Ilustração: SOUZA, R. R (2022).



Após o ensaio nas microplacas, a atividade antimicrobiana foi determinada *in vitro*. Para tal, na solução de MH é adicionado ágar para meio sólido no qual é vertido em placas de Petri até seu resfriamento. Após isso, as placas são divididas em 3 partes em que cada fração é estriada com a CIM, um valor abaixo da CIM, um valor acima da CIM para observar se há efeito bactericida. Nesta análise, é determinado o potencial bactericida (não há crescimento de bactéria) ou bacteriostático (redução do crescimento das colônias bacterianas).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

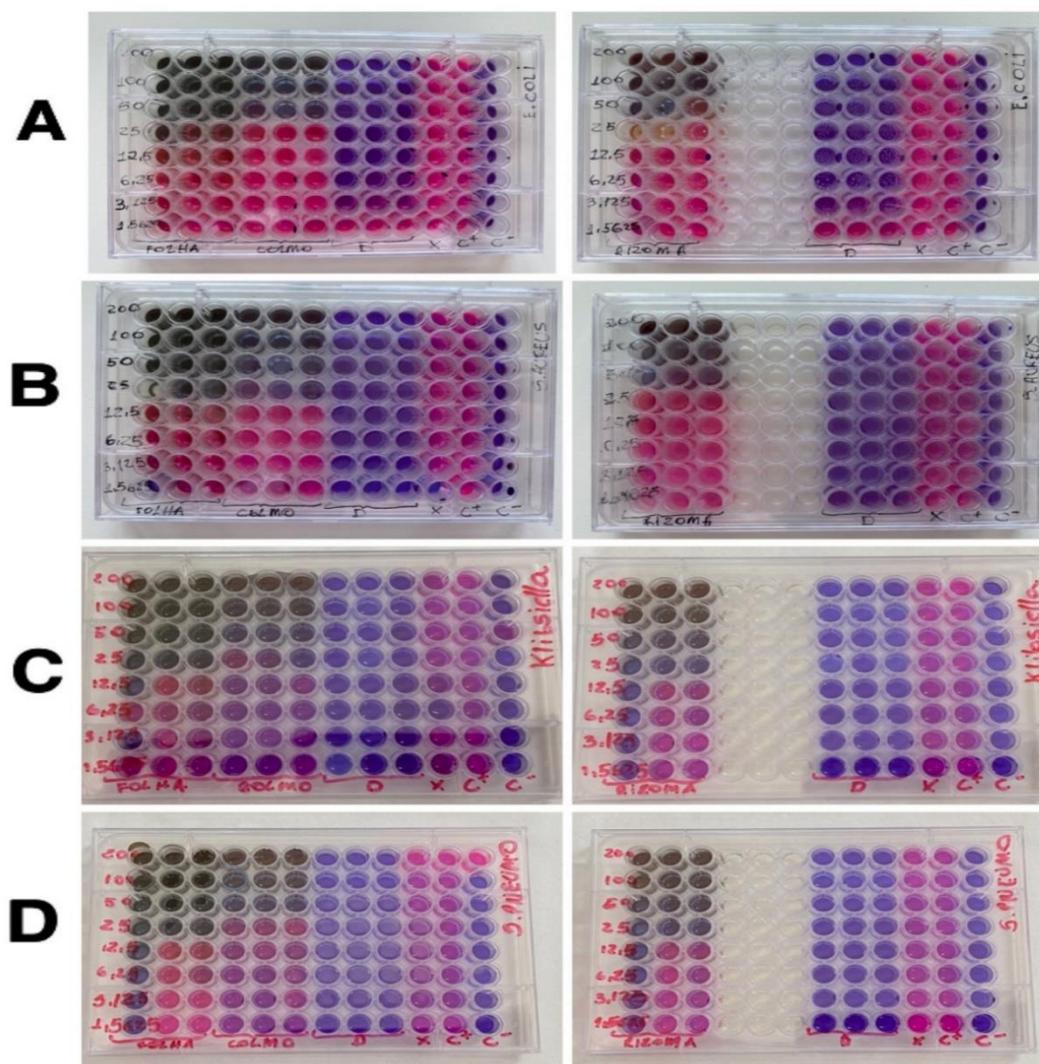
Para a avaliação da atividade antimicrobiana dos extratos de bambu, tanto do colmo, rizoma e folhas o primeiro passo foi determinar a Concentração Inibitória Mínima (CIM) e para tal foi utilizado o método de microdiluição em caldo de acordo com o protocolo estabelecido pelo documento M100-S22/2012, Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2002).

Foram utilizadas como alvo duas bactérias gram-negativas *Escherichia coli* e *Klebsiella pneumoniae*, e duas bactérias gram-positivas sendo estas *Streptococcus pneumoniae* e *Staphylococcus aureus*.

A determinação de CIM foi realizada através de leitura visual, sendo observada a última concentração em que não houve o crescimento bacteriano, na qual desenvolve uma coloração rosa aos microrganismos. E para a padronização do inóculo para cada microrganismo foi realizada pelo método de “pour-plate”, onde se retira colônias isoladas das placas bactericidas padrão, sendo necessário o ajuste de turbidez no padrão Mc Farland (aproximadamente 1.5×10^{-8} UFC/mL), realizado visualmente (VEIGA, 2016).

De acordo, com a figura 7 conseguimos observar as CIM nas placas de acordo com os parâmetros propostos por Veiga (2016).A figura 8, ilustra o resultado da determinação da CIM nas microplacas de 96 poços em que foram observadas que para as cepas bacterianas houve inibição nas concentrações para a *E. coli* nas folhas 50 mg/mL, no colmo 50 mg/mL e rizoma 25 mg/mL. Para a bactéria *S. aureus* nas folhas 25 mg/mL, no colmo 25 mg/mL e para o rizoma 50 mg/mL. Para a *Klebsiella pneumoniae* obteve nas folhas 25 mg/mL, no colmo 50 mg/mL e no rizoma 25 mg/mL. E por fim, para *S. pneumoniae* a concentração de inibição bactericida na folha foi 25 mg/mL, no colmo 50 mg/mL e no rizoma 25 mg/mL.

Figura 8 - Microplacas reveladas no reagente de Resazurina. Figura A - cepa da bactéria *E. coli*. Figura B - cepa da bactéria *S. aureus*. Figura C - cepa da bactéria *K. pneumoniae*. Figura D – cepa da bactéria *S. pneumoniae*. Fonte da foto: SOUZA, R. R (2023).



Os resultados observados nas microplacas foram transcritos na tabela 1. Nota-se que para o extrato de folhas a CIM foi 25 µg/mL para a bactéria *S. pneumoniae*, 50 µg/mL para *S. aureus*, 50 µg/mL para *E. coli* e 25 µg/mL para *K. pneumoniae*. Observa-se também que para o extrato de colmos a CIM foi 50 µg/mL para a bactéria *S. pneumoniae*, 25 µg/mL para *S. aureus*, 50 µg/mL para *E. coli* e 25 µg/mL para *K. pneumoniae*. O extrato de rizomas a CIM foi 25 µg/mL para a bactéria *S. pneumoniae*, 50 µg/mL para *S. aureus*, 50 µg/mL para *E. coli* e 25 µg/mL para *K. pneumoniae*.

Tabela 1 - Concentração das CBM das microplacas. Fonte: pessoal.

Extratos de	Concentração ($\mu\text{g/mL}$)	Bactérias			
		<i>S. pneumoniae</i>	<i>S. aureus</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>E.Coli</i>
Folhas	50,00		X		
	25,00	X		X	X
	12,50				
	6,25				
	3,12				
	1,55				
Colmos	50,00	X			X
	25,00		X	X	
	12,50				
	6,25				
	3,12				
	1,55				
Rizoma	50,00		X		X
	25,00	X		X	
	12,50				
	6,25				
	3,12				
	1,55				

A segunda etapa da análise consistiu em determinar a atividade antimicrobiana *in vitro*, sendo esta analisada através das placas de Petri, no qual observou a Concentração Bactericida Mínima (CBM) para as bactérias. As concentrações utilizadas para o teste da CBM foram conforme os valores obtidos nas microplacas pelo teste CIM. O plaqueamento foi realizado a partir da concentração que inibiu o crescimento bacteriano nas microplacas e duas concentrações acima. Dessa forma, os valores em que os extratos apresentaram atividade microbiana, ou seja, não houve crescimento bacteriano, são as concentrações descritas na tabela 2, tendo a mínima concentração de inibição, comparando com as CIM das microplacas.

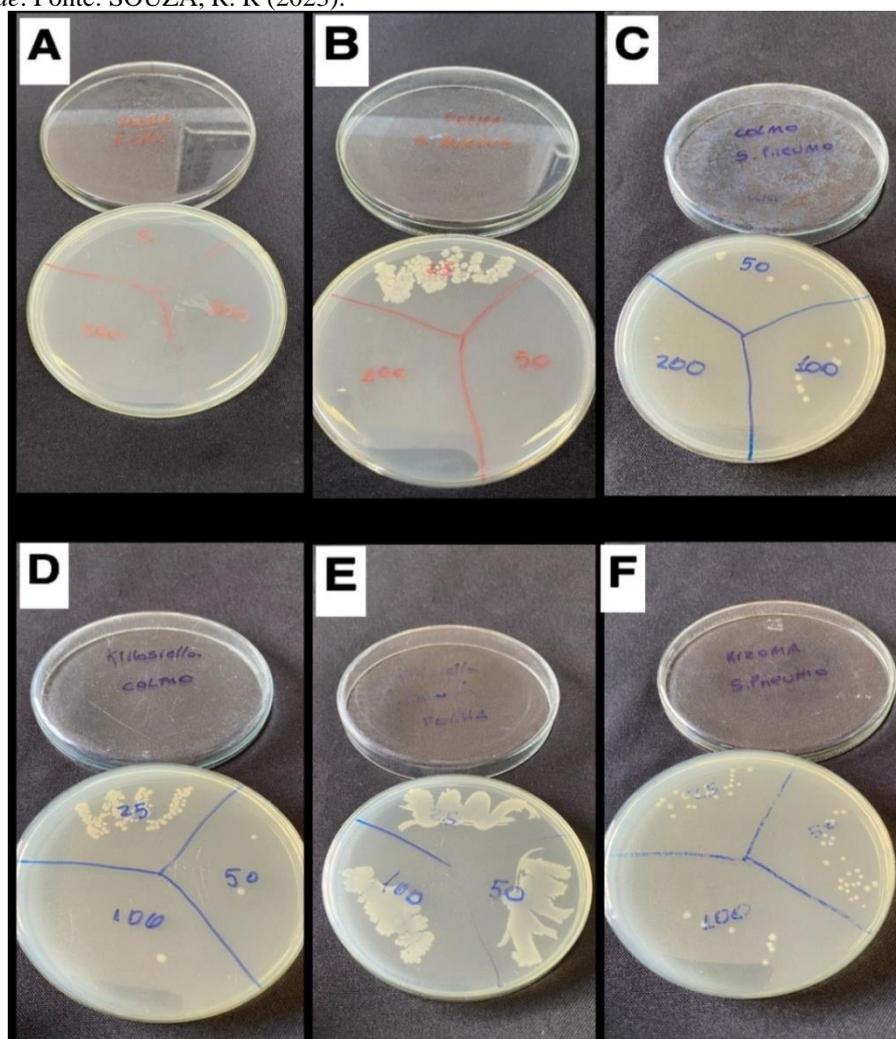
Tabela 2 - Correlação das Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Bactericida Mínima (CBM) em concentração $\mu\text{L.mL}^{-1}$. Os “-” indicam que não foi observado o efeito em nenhuma concentração. Fonte: pessoal.

Partes do bambu	Microrganismo patogênico							
	<i>Escherichia coli</i>		<i>Klebsiella pneumoniae</i>		<i>Staphylococcus aureus</i>		<i>Streptococcus pneumoniae</i>	
	CIM	CBM	CIM	CBM	CIM	CBM	CIM	CBM
Colmo	50	200	50	200	25	-	50	± 200
Folha	50	50	25	-	25	50	25	100
Rizoma	25	50	25	-	50	-	25	-

Para a análise nas placas de Petri frente as bactérias foram observadas de forma a classificar os extratos em bactericida (há inibição do crescimento das bactérias) ou bacteriostático (há crescimento apenas de colônias) (Figura 9).

As drogas bactericidas são capazes de provocar a morte do agente infeccioso, independente do estado imunológico do organismo como por exemplo a penicilina, amoxicilina, cefalosporinas, quinolonas e outras. As drogas bacteriostáticas não eliminam as bactérias completamente, apenas inibem seu crescimento e auxiliando para que não ocorra um avanço infeccioso, são exemplos cloranfenicol, sulfonamidas, tetraciclina e outros (ARRUDA, 2008).

Figura 9 - Placas de Petri estriadas com as CIM das bactérias e duas concentrações acima da CIM. A - Extrato das folhas + *E. coli*. B - Extrato das folhas + *S. aureus*. C - Extrato do colmo + *S. pneumoniae*. D - Extrato do colmo + *K. pneumoniae*. E - Extrato da folha + *K. pneumoniae*. F - Extrato do rizoma + *S. pneumoniae*. Fonte: SOUZA, R. R (2023).



Após observar o crescimento bacteriano nas placas de Petri foi analisado que para a bactérias *E. coli*, as folhas e rizoma apresentaram ação bactericida (sem crescimento de colônias – Figura 9) desde a concentração 50 µg/mL até a concentração 200 µg/mL e,

usando o colmo, a ação bactericida só ocorreu na concentração 200 µg/mL, por outro lado nas concentrações 50 e 100 µg/mL observou-se efeito bacteriostático. Para a *S. pneumoniae* houve ação bacteriostática em todas as concentrações estriadas, apenas para as folhas na concentração 100 µg/mL tiveram ação bactericida. Para a *K. pneumoniae* houve ação bactericida somente usando as folhas, por outro lado colmo e rizoma apresentaram efeito bacteriostático, apenas nas concentrações de 25 µg/mL e para a *S. aureus* nas concentrações estriadas todas foram classificadas como bactericida, tendo inibição apenas para as folhas a partir da concentração 50 µg/mL.

O extrato das folhas e rizoma foi eficaz para inibição da bactéria *E. coli* mesmo em baixas concentrações, enquanto o extrato de colmo apresentou um efeito bacteriostático em baixas concentrações (o efeito bactericida somente foi observado em uma concentração mais elevada). Para a *S. pneumoniae*, notou-se que todos os tecidos tiveram certa eficácia, pois houve crescimento de poucas colônias nas placas de Petri estriadas, todavia apenas as folhas apresentaram ação bactericida (sem presença de crescimento de colônias). Para *K. pneumoniae* os extratos tiveram ação bacteriostática, somente o colmo apresentou efeito bactericida na maior concentração. Para *S. aureus* somente a folha apresentou efeito bactericida.

As CBM usando extrato de colmo frente a bactéria *E. coli* foi de 200 µg/mL e para as folhas e rizoma foi de 50 µg/mL. Para a *K. pneumoniae* houve ação bacteriostática usando extrato de colmo na concentração de 100 e 50 µg/mL, mas em outra placa foi estriada a concentração de 200 µg/mL no qual observou-se a ação bactericida. Para a *S. aureus*, houve ação bactericida apenas usando extrato de folhas na concentração de 50 µg/mL e para a *S. pneumoniae* observou-se ação bactericida no colmo em ±200 devido a presença de apenas uma colônia e nas folhas a concentração inibitória foi em 100 µg/mL.

Observou-se algumas variações entre a CIM e a CBM, no qual a CBM para o colmo foi de 200 µg/mL, para folha foi 50 µg/mL e rizoma 50 µg/mL considerando o controle da bactéria *Escherichia coli*. A CBM para o colmo foi de 200 µg/mL, para folha foi de 25 µg/mL e rizoma não apresentou efeito em nenhuma concentração considerando a bactéria *Klebsiella pneumoniae*. A CBM para colmo e rizoma não foi observada, porém na folha a CBM foi de 50 µg/mL para *Staphylococcus aureus*. E para a bactéria *Streptococcus pneumoniae* no colmo está identificada como ±200, pois houve crescimento apenas de uma colônia, tendo em vista que essa concentração de 200 µg/mL foi estriada em uma nova placa de Petri, na folha a concentração foi de 100 µg/mL e para o rizoma houve efeito bacteriostático.

A atividades antimicrobianas de outras espécies de bambu foram avaliadas frente a vários microrganismos, apresentando variações dos valores da Concentração Inibitória Mínima (CIM) de 10 a 5.000 µg/mL. Por exemplo, os colmos de *Phyllostachys heterocycla* var. *pubescens* (Pradelle) Ohwi apresentaram maiores valores de CIM, com 50.000 µg/mL para *Pseudomonas aeruginosa*, 10.000 µg/mL para *Echerichia coli* e *Salmonella typhimurium* e 2.000 µg/mL para *Staphylococcus aureus* (VALENTINO *et al.*, 2015).

Na literatura, alguns estudos revelam também que extratos e compostos isolados a partir das espécies de bambu exibem uma fraca ou nenhuma atividade antimicrobiana. Por exemplo, as folhas do *Phyllostachys heterocycla* a partir de um isolamento do composto antimicrobiano 2,6-dimetoxi-p-benzoquinona exibiu uma atividade fraca para bactérias gram-positivas e nenhuma atividade para as bactérias gram-negativa (NISHINA; UCHOBORI, 1991).

Segundo o trabalho da Issa (2015) com o estudo da *Apoclada simplex* McClure & Smith, também apresentou baixas concentrações inibitórias para a atividade antimicrobiana, sendo de até 1 mg/mL, mesma concentração inicial proposta ao meu trabalho.

O bambu da espécie *Bambusa arundinacea*, de acordo com o trabalho de Hossain *et al.* (2015) também apresentou grande potencial tanto antimicrobiano quanto antifúngico, a partir de seus derivados pirolisados.

Durgesh e Tumane (2014) relatam que os extratos das folhas de *Bambusa bambose* L. possuem propriedades antibacterianas e podem ser utilizadas para doenças bacterianas comuns, assim abrindo possibilidades de medicamentos clinicamente eficazes contra as bactérias: *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Enterococcus* spp., *Citrobacter* spp., *Acinetobacter* spp., *Streptococcus* spp., *Enterobacter* spp. e *Proteus mirabilis*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou contribuir com novos conhecimentos a respeito do bambu *Guadua weberbaueri* que se tem poucas informações, principalmente a respeito de atividade antimicrobiana.

A presente pesquisa mostrou que os extratos do bambu em suas partes de folhas, colmo e rizoma apresentam atividade antimicrobiana em pequenas concentrações de acordo com estudos de outras espécies. Com este trabalho, observou-se variação na eficiência bactericida utilizando diferentes tecidos do bambu, mas todos apresentam ação antimicrobiana para as cepas estudadas *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus pneumoniae* e *Staphylococcus aureus*.

Sobre as folhas as melhores concentrações foram frente as bactérias *Streptococcus pneumoniae*, *Klebsiella pneumoniae* e *Escherichia coli* havendo inibição bactericida na concentração 25 mg/mL. Para o colmo a menor concentração foi de 25 mg/mL nas cepas de *Staphylococcus aureus* e *Klebsiella pneumoniae*. E para o rizoma a concentração também foi em 25 mg/mL para as cepas de *Streptococcus pneumoniae* e *Klebsiella pneumoniae*.

Houve também ação bactericida a partir da concentração de 50 mg/mL para folhas e rizoma frente a *E. coli* e para o tecido das folhas frente as bactérias da *S. aureus*. Houve apenas uma inibição de 100 µg/mL nas folhas frente a *S. pneumoniae*. E para o tecido do colmo houve inibição bactericida frente as bactérias *E. coli*, *K. pneumoniae* e *S. pneumoniae* na concentração de 200 µg/mL. Nas folhas para a cepa de *Streptococcus pneumoniae*. Para o colmo as cepas de *Streptococcus pneumoniae* e *Escherichia coli*. E para o rizoma nas cepas de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*.

CAPITULO II

ANÁLISE FITOQUÍMICA DOS EXTRATOS DE COLMOS, RIZOMA E FOLHAS DE UM BAMBU NATIVO DA AMAZÔNIA

RESUMO

O estudo de prospecção fitoquímica da espécie *Guadua weberbaueri* do Estado do Acre visa registrar informações da composição química dessa planta devido à ausência de estudos químicos dessa espécie. O estudo fitoquímico foi realizado em três partes de tecidos do bambu, as folhas, o rizoma e o colmo. Foram estudados frente a quatro tipos de solventes extratores, o aquoso, clorofórmico, metanólico e ácido. Os resultados tiveram presença significativas para fenóis, flavonoides, heterosídeos/glicosídeos e esteroides e triterpenoides. A resposta a saponinas foi apenas nas folhas e uma leve presença de proteínas nos três extratos. O presente trabalho buscou preencher lacunas do conhecimento sobre a composição química da espécie *Guadua weberbaueri*, pois, não há trabalhos relacionados a essa determinação.

Palavras-chave: *Guadua weberbaueri*. Fitoquímica. Composição.

ABSTRACT

The phytochemical prospecting study of the species *Guadua weberbaueri* from the State of Acre aims to record information on the chemical composition of this plant due to the lack of chemical and biological studies on this species. The phytochemical study was carried out on three parts and/or tissues of bamboo, the leaves, the rhizome and the stem. They were studied against four types of solvents, aqueous, chloroform, methanolic and acid. The results had significant presence for phenols, flavonoids, heterosides/glycosides and steroids and triterpenoids. The response to saponins was only in the leaves and a slight presence of proteins in the three extracts. The present work sought to fill gaps in knowledge about the chemical composition of the species *Guadua weberbaueri*, as there are no works related to this determination.

Keywords: *Guadua weberbaueri*. Phytochemistry. Composition.

INTRODUÇÃO

O bambu é uma planta gramínea perene que pertence ao grupo das angiospermas sendo classificado na família das Bambusoideae. Os bambus são amplamente distribuídos nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, no qual, existe aproximadamente 1600 espécies em todo o mundo, das quais 64% são nativas do Sudeste da Ásia, 33% crescem na América Latina e as demais na África e Oceania (GOMEZ *et al.*, 2021).

A China e o Japão são os países que mantêm um grande interesse por produtos obtidos através de diferentes espécies de bambu, empregados inclusive na fabricação de vinagres, por exemplo. Mas possuem uma grande aplicabilidade na área medicinal na cura de alergias, dermatites, diabetes, facilita também o crescimento capilar e auxilia na prevenção de acne (GALLÓN *et al.*, 2011).

Segundo Echavarría *et al.* (2012), a espécie *Guadua angustifolia Kunth*, utilizado para a produção de vinagre cria uma alternativa para maior desenvolvimento sustentável nas cadeias de *Guadua*.

A partir dessa espécie como matéria-prima se tem grande potencial na aplicação nas indústrias farmacêuticas e alimentícias, como produtos funcionais e nutracêuticos (ECHAVARRÍA, *et al.*, 2012).

As plantas possuem através de seus compostos, atividade antioxidante, grande uso em medicamentos que ajudam a contribuir para proteção dos organismos contra doenças degenerativas como câncer e entre outras (ECHAVARRÍA, *et al.*, 2012).

É entendido que as plantas medicinais são, toda e qualquer planta, que serve de forma direta ou indireta para tratamentos de saúde, tendo seus efeitos definidos sobre determinada doença e sintomas, ou tenha comprovação científica para fins terapêuticos e que tenham baixo custo e facilidade de aquisição (CARDOSO, 2004).

As pesquisas relacionadas a fitoquímica tem como principal objetivo o conhecimento dos constituintes químicos das espécies vegetais identificando as principais classes de biomoléculas (SIMÕES, 2001).

Outro estudo foi realizado com o rizoma da espécie *Gigantochloa scortechinii* pelo método de extração de 70% de etanol, analisados por Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa (CG/EM), no qual foram identificados 56 compostos. A maioria dos compostos foi classificado nos grupos funcionais dos álcoois, ácidos carboxílicos,

cetonas e ésteres de cadeia longa. A espécie apresenta potencialidade de uso fitofarmacêutico (MOHAMED *et al.*, 2019).

Perante o exposto, este trabalho tem o objetivo de avaliar qualitativamente os constituintes presentes no bambu *Guadua weberbaueri*, utilizando extrato hidroalcoólico das folhas, rizoma e colmo.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta do Material e Preparação dos Extratos

O material foi coletado no Parque Zoobotânico da UFAC e posteriormente levados ao laboratório de Anatomia da Madeira onde foram cortados, separados em folha, colmo e rizoma e limpos, colocados em secagem de temperatura ambiente e posteriormente levados ao prédio da BIONORTE no qual houve a secagem do material em estufa de circulação de ar forçado. Após o processo de secagem foram triturados no moinho de facas da UTAL e também na FUNTAC no moinho de peneira a 48 mesh.

A preparação dos extratos ocorreu por uma extração/filtração simples em solução hidroalcolica (70% álcool), e secas e estufa de circulação de ar forçado a 45 °C, de acordo com a metodologia de Matos (1997) e Barbosa et al. (2001).

Análises Qualitativas das Biomoléculas

Biomoléculas Solúveis em Solução Aquosa

Foi preparada três soluções aquosa com 500 mg do extrato hidroalcolico seco em 100 mL de água destilada. As soluções foram guardadas em frasco âmbar e identificadas por F (Folhas), C (Colmo) e R (Rizoma). Essas soluções aquosas serviram para a realização dos testes de fenóis e taninos, saponinas, ácidos orgânicos livres, polissacarídeos, açúcares redutores e pesquisa de proteínas. A solução foi preparada de acordo com Matos (1997) e Barbosa *et al.*, (2001).

Análise Qualitativa para Fenóis e Taninos

Reação com Cloreto férrico 1%: Foram transferidos 3 mL de cada solução aquosa para três respectivos tubos de ensaio e, um quarto tubo, 3 mL de água (teste branco). Logo após, foi adicionado em cada tubo de ensaio 2 a 3 gotas da solução de cloreto férrico (FeCl₃) a 1% (m/v). A formação da coloração entre azul e vermelho indica presença de fenóis. Formação de precipitado com tonalidade azul indica a presença de taninos pirogálicos (taninos hidrolisáveis) e o precipitado com a tonalidade avermelhada indica a presença de taninos flobabênicos (taninos condensados ou catéquinos) (MATOS, 1997; BARBOSA *et al.*, 2001).

Análise Qualitativa para Saponinas

Teste de Espuma: Foram transferidos 3 mL de cada solução aquosa para três respectivos tubos de ensaio. Em seguida, foram adicionados 15 mL de água destilada e agitada vigorosamente durante 2 minutos, com o tubo de ensaio fechado. A formação de uma camada de espuma, permanecendo estável por mais de 30 minutos, indica a presença de saponinas (MATOS, 1997; BARBOSA, 2001).

Análise Qualitativa para Ácidos Orgânicos

Reação de Pascová: uma alíquota de 3 mL de cada solução aquosa foi adicionada em três respectivos tubos de ensaio. Posteriormente, foram adicionadas gotas do reativo de Pascová. O reativo foi preparado no momento do ensaio formado por 9 gotas do reativo de Pascová A e depois uma gota do reativo de Pascová B. A mistura é estável somente de 5 a 10 minutos. A descoloração do reativo de Pascová indicará a presença de ácidos orgânicos livres (BARBOSA *et al.*, 2001).

Reativo de Pascová A: Dissolver 0,075 g de verde de bromocresol ($C_{21}H_{14}Br_4O_5S$) mais 0,25 g de azul de bromofenol ($C_{19}H_{10}Br_4O_5S$) em etanol até 100 mL de solução.

Reativo de Pascová B: Dissolver 0,25 g de permanganato de potássio ($KMnO_4$) mais 0,25 g de carbonato de sódio (Na_2CO_3) em água destilada até completar 100 mL de solução.

Análise Qualitativa para Açúcares Redutores

Reação de Fehling: Foi transferido uma alíquota de 3 mL de cada solução aquosa para três respectivos tubos. Em seguida, foram adicionados 2 mL de reativo Fehling A e 2 mL de reativo Fehling B. Após a adição, foi aquecido em chapa e deixada em ebulição por 5 minutos. O aparecimento do precipitado vermelho, indica a presença para açúcares redutores (MATOS, 1997; BARBOSA *et al.*, 2001).

Reagente de Fehling A: Dissolver 3,465 g de sulfato de cobre ($CuSO_4$) em água destilada e completar o volume para 50 mL.

Reagente de Fehling B: Dissolver 17,3 g de tartarato de sódio e potássio e 12,5 g de hidróxido de potássio em água destilada até completar 50 mL.

Análise Qualitativa para Proteínas e Aminoácidos

Reação de Nihidrina a 1%: Foi transferido 3 mL de cada solução aquosa para os respectivos tubos de ensaio. Em seguida, foi adicionado 0,5 mL de solução aquosa de Nihidrina ($C_9H_6O_4$) a 1% e aquecido até a ebulição. A formação da coloração azul-violeta persistente indica a presença de aminoácidos, com exceção de prolina e hidroxiprolina que desenvolvem uma cor amarela.

Biomoléculas Solúveis em Solução Metanólica

Foi preparada três soluções metanólicas com 500 mg de cada extrato hidroalcoólico seco em 100 mL de metanol. Após a solubilização, as soluções foram mantidas em geladeira dentro de vidro âmbar. A solução metanólica foi utilizada para determinar os testes de glicosídeos cardiotônicos, flavonoides, derivados de benzoquinona, naftoquinonas e fenantraquinonas e sesquiterpenolactonas e outras lactonas. Seguindo a metodologia de Matos (1997) e Barbosa *et al.*, (2001).

Análise Qualitativa para Glicosídeos Cardiotônicos

Reagente de Keede: Foram transferidos 3 mL de cada solução metanólica para os respectivos tubos de ensaio. Posteriormente, foi adicionado 3 gotas do reagente Keede A e 3 gotas do reagente de Keede B. O aparecimento da coloração azul ou violeta indicará a presença positiva para glicosídeos cardiotônicos (BARBOSA *et al.*, 2001).

Reativo Keede A: Dissolver 2 g de 3,5 dinitrobenzoico ($C_6H_3(NO_2)_2COOH$) em 50 mL de metanol.

Reativo Keede B: Dissolvidos 2,85 g de hidróxido de potássio (KOH) em 100 mL de metanol.

Análise Qualitativa para Flavonoides

Reagente de Shinoda: Em três tubos de ensaio foram adicionados respectivamente 3 mL de cada solução metanólica. Em seguida, foi adicionado 5 gotas de HCl concentrado e raspas de Magnésio. O surgimento de uma coloração rósea na solução indica a presença de flavonoides (MATOS, 1997; BARBOSA *et al.*, 2001).

Reagente de Pew: Adicionar 3 mL de cada solução metanólica em respectivas capsula de porcelana e a levar a banho-maria até a secura. Em seguida, foi adicionado 3 mL de metanol (CH_3OH) e transferido para os respectivos tubos de ensaio. Em seguida, foi adicionando pequenas porções de zinco metálico e três a cinco gotas de ácido clorídrico concentrado. O surgimento lento de coloração avermelhada indica a presença de flavonoides.

Reagente de Hidróxido de Sódio a 20%: Foi adicionado em respectivos tubos de ensaio 3 mL de cada solução e 1 mL de NaOH a 20%. A coloração amarela indica a presença de flavonoides.

Análise Qualitativa para Benzoquinonas, Naftoquinonas e Fenantraquinonas

Reagente orto-dinitrobenzeno a 5%: Foi transferido para os respectivos tubos de ensaio uma alíquota de 3 mL de cada solução metanólica. Em seguida, foi adicionado 2 gotas de Na₂CO₃ a 25%, 2 gotas de formaldeído a 4% e 2 gotas de orto-dinitrobenzeno a 5%. A mistura foi aquecida em banho-maria. O aparecimento de coloração violeta indica a presença de derivados benzoquinonas, naftoquinonas e fenantraquinonas (MATOS, 1997; BARBOSA *et al.*, 2001).

Biomoléculas Solúveis em Solução Clorofórmica

Foi preparada uma solução clorofórmica com 250 mg de cada extrato hidroalcoólico seco em 50 mL de clorofórmio. As soluções foram mantidas em geladeira em vidro âmbar. A solução clorofórmica serviu para determinar os testes de esteroide e triterpenoides. De acordo com os parâmetros de Matos (1997) e Barbosa *et al.*, (2001).

Análise Qualitativa para Esteroides e Triterpenoides

Reação de Lieberman-Burchard: Foi transferido 30 mL de cada solução clorofórmica para os respectivos béqueres de 100 mL, desidratadas com sulfato de sódio anidro (Na₂SO₄) e filtrada em funil contendo algodão com uma pequena camada do sulfato de sódio anidro. Foi transferido 10 mL do filtrado para os respectivos tubos de ensaio, adicionado 1 mL de anidrido acético e posteriormente agitado suavemente. Em seguida, foi adicionado, cuidadosamente, 3 gotas de H₂SO₄ concentrado. E novamente foi colocado em leve agitação. A coloração azul evanescente seguida de verde persistente indica a presença de esteroides livre. Coloração de parda a vermelha indica a presença de triterpenoides pentacíclicos livres (MATOS, 1997; BARBOSA *et al.*, 2001).

Biomoléculas Solúveis em Solução Ácida

Para o teste de identificação de alcaloides, foram dissolvidas 25 mg de cada extrato hidroalcoólica seco em 5 mL de ácido clorídrico (HCl) a 5%. Em seguida, foi realizada uma filtração simples. Essas soluções foram usadas para identificação de alcaloides.

Análise Qualitativa para Alcaloides

Na análise de alcaloides foi usado o reagente de Bouchardat, Dragendorff e de Mayer. Foi usada uma alíquota 3,0 mL de cada extrato hidroalcoólico ácido em tubos de ensaio devidamente identificado. Posteriormente, foi adicionado de 3 a 5 gotas dos reagentes.

Reagente de Bouchardat: Dissolver 2 g de iodeto de potássio (KI) e 1,27 g de iodo ressublinado em água destilada e completar o volume a 100 mL de solução.

Reagente de Dragendorff: Em banho de gelo, dissolver 2,5 g de carbonato de bismuto (III) ($\text{Bi}_2(\text{CO}_3)_3$) em 25 mL de água. Adicionar cuidadosamente 6 mL de ácido clorídrico (HCl) concentrado; e posteriormente acrescentar gradativamente 12,5 g de iodeto de potássio (KI). Após a dissolução, completar o volume para 50 mL com água destilada.

Reagente de Mayer: Dissolver 1,36 g de cloreto de mercúrio (II) (HgCl_2) em 60 mL de água destilada. Dissolver 5 g de iodeto de potássio (KI) em 10 mL de água. Misturar as duas soluções e diluir para 100 mL com água destilada. (MATOS, 1997; BARBOSA *et al.*, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras da espécie *G. weberbaueri* foram separadas em folhas, colmo e rizoma. Em seguida, foram obtidos quatro tipos de extrato o aquoso, metanólico, clorofórmico e ácido de cada amostra seca. A análise de prospecção fitoquímica confirmou a presença significativa para a classe dos metabólitos fenóis e taninos, heterosídeos ou glicosídeos, flavonoides e esteroides e triterpenos. O teste para saponinas apresentou positivo apenas para as folhas. O teste de proteínas e aminoácidos apresentaram também positivo para os quatro extratos analisados (Tabela 3).

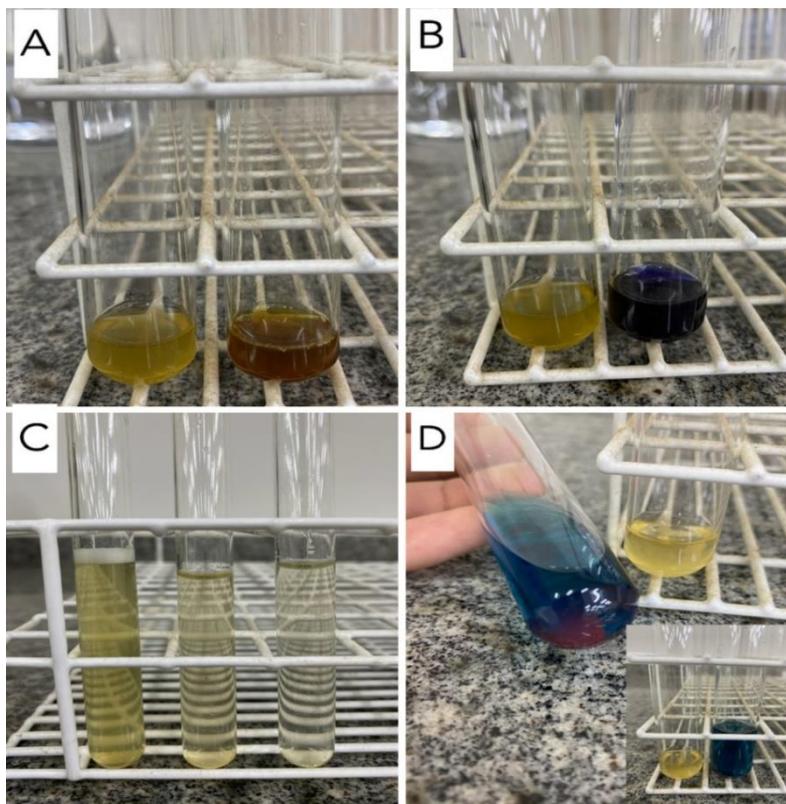
Tabela 3- Presença de compostos secundário. O (-) significa ausência. O (+) significa média presença. O (+++) significa forte presença.

Reação Química	Metabólitos analisados	Extratos		
		Folha	Colmo	Rizoma
Fenóis e Taninos				
Reagente de Cloreto férico	Fenóis	+++	+++	+++
	Taninos pirogálicos	-	-	-
Saponinas				
Teste de espuma	Saponinas	+	-	-
Ácidos Orgânicos				
Reagente de Pascová	Ácido livre	-	-	-
Heterosídeos ou Glicosídeos				
Reagente de Fehling	Monossacarídeo redutor	+++	+++	+
Proteínas e Aminoácidos				
Reagente de Nihidrina	Proteína	+	+	+
Glicosídeos Cardiotônicos				
Reagente de Keede	Cardenólido	-	-	-
Flavonoides				
Reagente de Shinoda	Flavonoides	+	+	+
Reagente de Pew	Flavonoides	+	+	+
Reagente de NaOH	Flavonoides	+	+++	+++
Esteroides e Triterpenoides				
Reagente de Lieberman- Burchard	Triterpenoide	+++	+++	+++
Alcaloides				

Reagente de Dragendorff	Alcaloides	-	-	-
Reagente de Mayer	Alcaloides	-	-	-
Reagente de Bouchardat	Alcaloides	-	-	-
Derivados Quinônicos				
Reagente orto-dinitrobenzoico	Benzoquinonas, Naftoquinonas e Fenantraquinonas	-	-	-

Na Figura 10, mostra os testes realizados para fenóis, ácido orgânico, saponinas e açúcares redutores. Os testes foram analisados de acordo com os parâmetros de colorimetria para identificar a presença ou ausência dos componentes químicos constituintes do *Guadua weberbaueri*.

Figura 10 - Resultado dos testes fitoquímicos. (A) teste para identificação de fenóis, no extrato das folhas. (B) teste de identificação de Ácidos Orgânicos, no extrato das folhas. (C) teste para identificação de Saponinas, nos três extratos, folhas, rizoma e colmo, respectivamente. (D) identificação de açúcares redutores, no extrato de colmo. Fonte da foto: SOUZA, R. R (2023).



Estudo realizado com a espécie de bambu *Guadua angustifolia* foi confirmado em sua composição química, metabólitos parecidos com o *G. weberbaueri*. Os pesquisadores

identificaram esteroides, saponinas, flavonoides e taninos. A diferença marcante foi a presença de alcaloides e quinonas (MARTÍNES *et al.*, 2015).

Outro estudo, realizado com a espécie *Guadua angustifolia Kunth*, foi realizado usando os extratos acetônicos e etanólico do colmo, sendo analisado em Cromatografia de Camada Delgada (CCD). Os autores identificaram as classes de compostos para alcaloides, fenóis, flavonoides, triterpenos e saponinas, tendo também bastante similaridade com a espécie em estudo *G. weberbaueri* (MOSQUERA *et al.*, 2015). Echavarría *et al.* (2012), utilizando a mesma espécie pela técnica de cromatografia gasosa acoplada a massa (CG/MS), em que usou o extrato do vinagre de *Guadua* em éter dietílico como extrator, conseguiu isolar 14 compostos, dentre eles o metanol, 2-ciclopent-1-ona-2-hidroxi-3metil, fenol, siringol, entre outros.

Gomez *et al.* (2021) também identificou os compostos presentes no *G. angustifolia Kunth* para técnica de cromatografia gasosa acoplada a massa (CG/MS) em ácido pirolenhoso do extrato do colmo, tendo como identificação mais relevante os compostos fenólicos isolados para: mequinol, isocreosol, 4-etilfenol, 4-etil-2-metoxifenol, 3,5-dimetoxi-4-hidroxitolueno e 2,6-dimetoxifenol, de maior relevância.

Estudos fitoquímicos realizados por Coffie *et al.* (2014) em três espécies de bambus a *Bambusa vulgaris*, *Bambusa ventricosa* e *Oxytenanthera abyssinica* foram testadas em uma triagem fitoquímica de suas folhas, tanto em estado úmido quanto seco, tendo a presença de taninos, saponinas, glicosídeos, glicosídeos cianogênicos, flavonoides e cumarinas em ambos os extratos.

Outros estudos foram realizados com a espécie *Bambusa vulgaris* analisando o extrato metanólico dos galhos e do extrato das folhas secas (ROSA *et al.*, 2018; VALIATTI *et al.*, 2020). Foram identificados a presença de flavonoides, compostos fenólicos e taninos em seu extrato metanólico dos galhos, apresentando potencial antioxidante. Outro estudo fotoquímico da mesma espécie foi identificado no extrato aquoso das folhas secas, dando a presença de alcaloides, flavonoides, triterpenos, taninos, antraquinonas, saponinas, cumarinas voláteis e auronas e chalconas (VALIATTI *et al.*, 2020). A espécie *G. angustifolia* apresenta esse constituinte em suas folhas (ÁLVAREZ *et al.*, 2015) e em seu colmo (MOSQUERA *et al.*, 2015; MARTÍNEZ *et al.*, 2015).

Joselin *et al.* (2014) analisou as folhas de cinco espécies de bambu a *Bambusa arundinaceae*, *Bambusa heterostachya*, *Bambusa ventricosa*, *Bambusa vulgaris* e *Dendrocalamus strictus* em uma triagem fitoquímica usando extratos aquoso, éter de petróleo, clorofórmio, etanol e acetona. Dos 25 extratos analisados, 18 apresentaram

ensaio positivo para fitoesteróis, 15 para proteínas e 13 extratos para carboidratos e terpenoides. Foram 9 extratos identificaram a presença de compostos fenólicos e alcaloides, 7 para flavonoides e cumarinas e 7 para saponinas e glicosídeos. Os autores não identificaram nos extratos analisados a presença de quinonas.

CONCLUSÃO

Os estudos fitoquímicos dos extratos aquoso, metanólico, clorofórmico e ácido do *Guadua weberbaueri* das folhas, rizoma e colmo, apresentaram basicamente os mesmos tipos de metabólitos secundários que outras espécies analisadas, diferenciando em presença forte e média.

As principais classes de biomoléculas identificadas no estudo fitoquímico foram: fenóis, heterosídeos/glicosídeos, flavonoides e esteroides e triterpenoides, em alta concentração tanto nas folhas, quanto no rizoma e colmo. A classe de saponinas foi identificada apenas nas folhas.

CONCLUSÕES GERAIS

Os ensaios antibacterianos tiveram respostas significativas para cada uma das cepas em determinado extrato e concentração, as melhores sendo na concentração de extrato acima de 50 mg/mL.

A prospecção fitoquímica apresentou constituintes semelhantes aos resultados analisados de outras espécies de bambu, levando em consideração o mesmo gênero *Guadua*, como também, em outros gêneros estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, D. G. **Bambu nativo (*Guadua spp.*) alternativa de desenvolvimento econômico e sustentável para o Estado do Acre**. 2011. p. 49. Especialização (Curso de Pós-Graduação em Gestão da Indústria Madeireira) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2011.
- AFRIN, T.; TSUZUKI, T.; KANWAR, R. K.; WANG, X. The origino f the antibacterial property of bamboo. **The Journal of The Textile Institute**, v. 103, n 8, p 844-849, 2012.
- ÁLVAREZ, E. S. D.; CABRERA, C. G.; CONTRERAS, A. C. Estudios para el aprovechamiento potencial de hojas de *Guadua angustifolia* Kunth (Poaceae), para el sector cosmético. **Revista Cubana de Farmacia**, v. 49, n. 3, p. 535-542, 2015.
- ALVES, A. A. Uso do bambu na construção civil: aplicações estruturais e arquitetônicas para um desenvolvimento sustentável. 2019, 59 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Curso de Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019.
- ARRUDA, N. **Conceitos gerais sobre agentes antimicrobianos**. 2008. 18 f. Especialização (Microbiologia Clínica) – Academia de Ciências e Tecnologia, São José do Rio Preto, São Paulo. 2008.
- BALOUIRI, M.; SADIKI, M.; IBNSOUDA, S. K. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: a review. **Journal of Pharmaceutical Analysis**, v. 6, n. 2, p. 71-79, 2016.
- BARBOSA, W. L. R.; QUINARD, E.; TAVARES, I. C. C.; PINTO, L. N.; OLIVEIRA F. Q.; OLIVEIRA, R. M. Manual para análise fitoquímica e cromatográfica de extratos vegetais, ed. revisada. **Revista Científica da Universidade Federal do Pará**, v. 4, 2001.
- BEAK, J. W.; CHUNG, S. H.; MOON, G. S. Antimicrobial Activities of Ethanol Extracts from Korean Bamboo Culms and Leaves. **Korean Journal of Food Science and Technology**, v. 34, n. 6, p 1073-1078, 2002.
- BEZERRA, D. A. C.; RODRIGUES, F. F. G.; COSTA, J. G. M.; PEREIRA, A. V.; SOUSA, E. O.; RODRIGUES, O. G. Abordagem fitoquímica, composição bromatológica e atividade antibacteriana da *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poiret e *Piptadenia stipulacea* (Benth) Ducke. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 33, n. 1, 2011.
- BEZERRA, J. J. L. **Perfil fitoquímico, atividade antimicrobiana e potencial antioxidante de *Cyperaceae juss.*** 2019. 100 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo. 2019.
- CARDOSO, I. N. **Plantas tóxicas no perímetro urbano de Caxias, Maranhão**. Monografia (Curso de Especialização em Educação Ambiental) – Universidade Estadual do Maranhã, São Luiz, 2004.

CASAGRANDE JR., E. F. (coord.). **O bambu como matéria-prima sustentável para a geração de renda e inclusão social no município de Fazenda Rio Grande –Paraná.**, Curitiba: CEFET- PR, Curitiba, 2004. 12 p.

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.

COFFIE, G. Y.; ANTWI-BIASIAKO, C.; DARKWA, N. A. Phytochemical constituents of the leaves of three bamboo (Poaceae) species in Ghana. **Journa of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v, 2, p 34-38, 2014.

COSTA, F.; SILVA, Z. A. G. P. G. Oportunidades e desafios no uso de ‘bambu laminado’ (*Guadua weberbaueri*) no setor moveleiro do Acre, 2015. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 5, p. 2297-2314, 2021.

DRUMOND, P. M.; WIEDMAN, G. **Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia**. 1. ed., Rio de Janeiro: ICH, 2017. 655 p.

DURGESH, D.; TUMANE, W. P. M. Antibacterial Activit of *Bambusa bambuse* L. against Multiple Drug Resistant (MDR) Bacteria Isolated from Clinocal Specimen, **International Journal Pharmaceutical Sciences Review and Research.**, v. 25, n. 1, p. 215-218, 2014.

ECHAVARRÍA, C. C. A.; YEPES, F. J.; TORRES, Q. F. H. P. Determinación del potencial antioxidante en extractos de vinahre *Guadua angustifolia* Kunth aplicaciones alimenticias. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 17, n. 4, p. 330-342, 2012.

EL BOUAMRI, M.C.; ARSALANE, L.; EL KAMOUNI, Y.; ZOUHAIR, S. Antimicrobial susceptibility of urinary *Klebsiella pneumoniae* and the emergence of carbapenem-resistant strains: A retrospective study from a university hospital in Morocco, North Africa. **African Journal of Urology**, v. 21, n. 1, p. 36-40, 2015.

ESTRELA, T. S. **Resistencia antimicrobiana: enfoque multilateral e resposta brasileira. Saúde e Política Externa: os 20 anos da Assessoria de Assuntos Internacionais de Saúde (1998-2018)**, Brasília, DF. Ed. 1ª, p 364, 2018.

FAGUNDES, H.; OLIVEIRA, C. A. F. *Staphylococcus aureus* intramammary infections and its implications in public health. **Revista Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 1315-1320, 2004.

FILGUEIRAS, T. S.; VIANA, P. L. Bambus brasileiros: morfologia, taxonomia, distribuição e conservação. **Bambus no Brasil: da Biologia à Tecnologia**. 1. ed. Rio de Janeiro: ICH. 2017, 655 p.

FILHO, L. G. A. S.; CASTRO, K. N. C.; PEREIRA, A. M. L.; DINIZ, F. M. **Detecção da atividade antibacteriana in vitro de compostos naturais à base de plantas: metodologia científica**. Comunicado técnico 254. Teresina, PI: Embrapa. 2019.

GALLÓN, A. I. M.; LÓPEZ, G. R.; TORRES, H. D. P.; LÓPEZ, C. Identificación de compuesto volátiles del vinagre de *Guadua angustifolia* Kunth. (guadua). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 16, n. 2, p 190-201, 2011.

GARCÍA, A. Á.; CARRIL, E. P. U. **Metabolismo secundário de plantas. Reduca (biologia)**, v. 2, n. 3, p. 119-145, 2009.

GIBF - GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY. *Guadua weberbaueri* Pilg. In.: GBIF Secretariat (2017). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist Dataset. Disponível em: <https://doi.org/10.15468/39omei>. Acesso em: 18 jul. de 2022.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 373, 2007.

GOMEZ, J. P.; VELEZ, J. P. A.; PIZON, M. A.; ARANGO, J. A. M.; MURIEL, A. P. Chemical Characterization and Antiradical Properties of Pyrolytic Acid from a Preserved Bamboo, *Guadua angustifolia* Kunth. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 64-68, 2021.

GUILHERME, D. O.; RIBEIRO, N. P.; CEREDA, M. P. Cultivo, manejo e colheita do bambu. **Bambus do Brasil: da biologia à tecnologia**. 1. ed. Rio de Janeiro: ICH. 2017, 30-41 p.

GUTIÉRREZ, D.; RODRIGUEZ-RUBIO, L.; GARCÍA, P. BILLINGTON, C.; PREMARANTE, A.; RODRIGUEZ, A.; MARTÍNEZ, B. Phage sensitivity and prophage carriage in *Staphylococcus aureus* isolated from foods in Spain and New Zealand. **International Journal of Food Microbiology**, v. 230, p.16-20, 2016.

GYAWALI, R.; IBRAHIM, S. A. Natural products as antimicrobial agentes. **Food Control**, v 46, p. 412-429, 2014.

HECHENBERGER, S.; FERREIRA. E. J. L.; CARVALHO, A. L.; BRAZIL, M. V. S. Danos físicos causados pelo bambu (*Guadua weberbaueri* Pilg.) em espécies arbóreas e implicações para a exploração madeireira em Floresta Ombrófila Aberta com Bambu no leste do Acre. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, 2022.

HORST, F. F. **Estudo fitoquímico, atividades biológicas e propriedades antioxidantes da espécie vegetal *Chusquea pinifolia* ness (ness) (Poaceae)**. 2018. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2018.

HOSSAIN, M. F.; ISLAM, M. A.; NUMAN, S. M. Multipurpose use of Bamboo Plants: A Review. **International Research Journal of Biological Sciences**, v. 4, n. 12, p. 57-60, 2015.

HUANG, X. L.; ZHUANG, L.; LIN, H. P.; GOODFELLOW, M.; HONG, K. Isolation and bioactivity of endophytic filamentous actinobacteria from tropical medicinal plants. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, n. 41, p. 9855-9864, 2012.

ISSA, F. I. C. Avaliação das atividades antioxidante e antimicrobiana de extratos de *Apocata simples* McClure & Smith (Poaceae: Bambusoideae). 2015. 89 f. **Dissertação** (mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.

JANSSEN, J. J. A. Designing and building with bamboo. Beijing, China: International Network for Bamboo and Rattan (INBAR), 2000, **Technical Report**, n. 20, 2000.

JORGENSEN, J. H.; FERRARO, M. J. Antimicrobial susceptibility testing: a review of general principles and contemporary practices. **Clinical Infectious Diseases**, v. 49, n. 11, p. 1749-1755, 2009.

JOSELIN, J.; JENITHA, S.; SARASABAI, T.; BRINTHA, S.; JEEVA, S.; SUKUMARAN, S.; GEETHA, V. S. Phytochemical and FT-IR spectral analysis of certain bamboo species of South India. **Journal of Biodiversity, Bioprospecting and Development**, v. 1, n. 1, p 1-9, 2014.

LIMA, M. F. P.; BORGES, M. A.; PARENTE, R. S.; JÚNIOR, R. C. V.; OLIVEIRA, M. E. *Staphylococcus aureus* e as infecções hospitalares – revisão de literatura. **Revista Uningá Review**, v. 21, n. 1, p.32-39, 2015.

LONDOÑO, X. Distribuição, morfologia, taxonomia, anatomia, silvicultura y usos de los bambues de lo Nuevo Mundo. In: CONGRESSO COLOMBIANO DE BOTÂNICA, 3., 2004. Popayan, **Anais [...]**. Popayan: CCB, p. 25. 2004.

LONDOÑO, X.; PETERSON, P. M. *Guadua sarcocarpa* (Poaceae: Bambuseae), a new species of Amazonian bamboo with fleshy fruits. **Systematic Botany**, v. 16, p. 630– 638. 1991.

LONDOÑO, X.; ZURITA, E. Two species of *Guadua* (Bambusoideae: Guaduiniae) from Colombia and Bolivia. **Journal Botany Resource Institute Texas**, v. 2, p. 25-34. 2008.

LOPES, A. C. S.; RODRIGUES, J. F.; CABRAL, A. B.; SILVA, M. E.; LEAL, N. C.; SILVEIRA, V. M.; JÚNIOR, M. A. M. Occurrence and analysis of irp2 virulence gene in isolates of *Klebsiella pneumoniae* and Enterobacter spp. from microbiota and hospital and community-acquired infections. **Microbial Pathogenesis**, v. 19, p. 15-19, 2016.

LUIS, Z. G.; NOGUEIRA, J. S.; RIBEIRO, D. G.; SCHERWINSKI-PEREIRA, J. E. Caracterização anatômica dos órgãos vegetativos de bambu (Poaceae, Bambusoideae). **Bambus no Brasil: da Biologia à Tecnologia**. 1. ed. Rio de Janeiro: ICH. 2017, 57 p.

MANOHARI, R. G.; SARAVANAMOORTHY, M. D.; VIJAYAKUMAR, T. P. Preliminary phytochemical analysis of bamboo seed. **World Journal of Pharmaceutical Sciences**, v 5, p 1336-1342. 2016.

MARTÍNEZ, O. M. M.; CADAVID, L. M. G.; OSSA, Y. J. C.; GARCÍA, J. C. C. Caracterización fitoquímica de los extractos de acetona y contenido de lignina em culmos de *Guadua angustifolia*. **Recursos Naturales y Ambiente**, p 10-15. 2015.

MARULANDA, M. L.; GUTIÉRREZ, L. G.; MÁRQUEZ, M. P. Micropropagación de *Guadua angustifolia* Kunth. **Actualidades Biológicas**, v. 27, n. 82, p. 5-15, 2005.

- MATOS, F. J. A. **Introdução à fitoquímica experimental**, Fortaleza: Editora da UFC, 1997.
- MAYERS, D. L. (ed.). **Antimicrobial drug resistance: clinical and epidemiological aspects**. Dordrecht: Springer, 2009. v. 2, 1347 p.
- MOHAMED, J.; HAMID, H. A.; NURUDDIN, A. A.; MAJID, N. M. N. A. Screening of Phytochemical Compounds of *Gigantochloa scortechinii* Bamboo Rhizome. **Journal of Applied Biological Sciences**, v. 13, n. 2, p. 113-127, 2019.
- MONCIARDINI, P.; IORIO, M.; SONIA MAFFIOLI, SOSIO, M.; DONADIO, S. Discovering new bioactive molecules from microbial sources. **Microbial Biotechnology**, v.7, n. 3, p. 209–220, 2014.
- MONTEIRO, C. R. M. **Atividade antibacteriana da polpa de buriti (*Mauritia flexuosa*) frente à bactérias de importância em alimentos**. 2017. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia dos Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019.
- MOROKAWA, M. J. **Influência do bambu *Guadua tagoara* (nees) kunth sobre a regeneração natural no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (RJ)**. 2008. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenheiro Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ. 2008.
- MOREIRA, J. L. B.; CARVALHO, C. B. M.; FROTA, C. C. **Visualização bacteriana e colorações**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2015. 68 p.
- MOSQUERA, O. M.; GONZÁLEZ, L. M.; CORTES, Y. J.; CAMARGO, J. C. Caracterización fitoquímica, determinación del contenido de lignina y la actividad antioxidante de los culmos de *Guadua angustifolia* Kunth. **Universidad Militar Nueva Granada**, v, 11, n, 2, p. 124-135, 2015.
- MUNITA, J. M.; FARIAS, C. A. Mechanisms of Antibiotic Resistance. **American Society for Microbiology**, v, 4, n, 2, p. 24-28, 2015.
- MURAD, J. R. L. **Estudo experimental das propriedades físicas, mecânicas e aplicações estruturais do bambu *Guadua spp* de Assis Brasil – AC. 2011**. 203 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2011.
- NISHINA, A.; UCHIBORI, T. Antimicrobial Activity of 2,6-Di-methoxy-p-benzoquinone, isolated from Thick-stemmed bamboo, and its analogs. **Agricultural and Biological Chemistry**, v. 55, n. 9, p. 2395-2398, 1991.
- OLIVEIRA, A. C.; KOVNER, T. C.; SILVA, S. R. **Infecção hospitalar em unidade de OLIVEIRA, R, B, F. Análise das atividades antimicrobiana e citotóxica de Actinobactérias isoladas de diversos habitats**. 2015. 151 f. Dissertação (Mestrado em Biologia da Relação Parasito-Hospedeiro) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

OLIVEIRA, T. L.; LIMA, E. O.; LIANZA, M. C. S.; FERNANDES, H. M. B.; OLIVEIRA FILHO, A. A.; SOUZA, I. A. Atividade Antifúngica de Extratos Isolados de *Streptomyces spp.* Obtidos em Solos Paraibanos Contra Leveduras do Gênero *Candida spp.* **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 9, n. 1, p. 51-58, 2013.

OSTROSKY, E. A.; MIZUMOTO, M. K.; LIMA, M. E.; KANEKO, T. M.; NISHIKAWA, S. O.; FREITAS, B. R. Métodos para avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da concentração mínima inibitória (CMI) de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 2, p. 301-307, 2008.

PEREIRA, M. A. R. **Projeto bambu: introdução de espécies, manejo, caracterização e aplicações**. 2012. 200 f. Tese (Design e Construção de bambu) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, 2012.

PEREIRA, M.A. R.; BERVALDO, A.L. **Bambu de corpo e alma**. São Paulo: Canal 6 editora, 2007.

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G. Metabólitos secundários de vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 4, 2012.

RISS, T. L.; MORAVEC, R. A.; NILES, A. L.; DUELLMAN, S.; BENINK, H. A.; WORZELLA, T. J.; MINOR, L. **Cell Viability Assays**. 2013 May 1 [Updated 2016 Jul 1]. In: Sittampalam GS, Coussens NP, Brimacombe K, et al., editors. Assay Guidance Manual [Internet]. Bethesda (MD): Eli Lilly & Company and the National Center for Advancing Translational Sciences; 2004.

ROSA, A. C. G.; VISITIN, P. V.; SILVA, S. R. S.; ARRUDA, A. L. A. Avaliação da atividade antioxidante de extrato metanólico de galhos de *Bambusa vulgaris (L.)* – Poaceae. **Perspectivas Experimentais e Clínicas, Inovações Biomédicas e Educação em Saúde**. Mato Grosso do Sul: Editora UFMS. p 1-24, 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**. 2019. 87 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza) – Universidade Federal do Acre, 2019.

SANTANA, Alexandre dos Santos. Múltiplos e comunicação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 24, 2000. Porto Alegre, **Anais [...]**. Porto Alegre: PUCRS, 2002. p. 32-37.

SANTOS, E. M. Florística Etnobotânica e Tipagem Fitoquímica de espécies medicinais de uso popular nos cerrados dos municípios de Caxias e Timon, Maranhão. **Seminário de Iniciação Científica da UEMA**, 2002.

SANTOS, G. S. **Diversidade e atividade antibacteriana de basidiomicetos Amazônicos**. 2017. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência, Inovação e Tecnologia) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2017.

SILVA, K. M. F.; MARTELLET, L. G.; FORMIGHIERI, A. M.; SILVA, M. C.; FERREIRA, E. J. L. Efeito da presença do *Guadua weberbaueri* sobre a florística e a fitossociologia de uma floresta aberta no leste do Acre, Brasil. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 10., 2019. Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza/CE: CBGA, 2019.

SILVA, M. A.; RODER, M. A.; PEREIRA, M. A. R.; NEVES, F. T. A.; CONSTANTINO, D. Avaliação farmacológica qualitativa das folhas de vegetal *Bambusa textilis*. **Salusvita**, v 31, n. 3, p 237-246. 2012.

SILVA, R. A.; OLIVEIRA, B. N. L.; SILVA, L. P. A.; OLIVEIRA, M. A.; CHAVES, G. C. Resistência a antimicrobianos: a formulação da resposta no âmbito da saúde global. **Saúde Debate**, v. 44, n 126, p. 607-623, 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. Rio Branco: Editora IFAC. cap. 2, p. 61-77. 2019.

SIMÕES, C. M. O. et. al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3 ed. Porto Alegre: Ed. da UFSC, 2001.

SILVEIRA, M. A. **A Floresta aberta com bambu no sudoeste da Amazônia: padrões e processos em múltiplas escalas**. Rio Branco: Editora da Edufac. 2005. 153 p.

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

SOARES, B. V.; TAVARES-DIAS, M. Espécies de *Lippia* (Verbenaceae), seu potencial bioativo e importância na medicina veterinária e aquicultura. **Biota Amazônia**, v. 3, n. 1, p. 109-123, 2013.

SOTO-NOGUERÓN, A.; CARNALLA-BARAJAS, M. N.; SOLÓRZANO-SANTOS, F.; ARRENDONDO-GARCÍA, J. L.; ARZATE-BARBOSA, P.; TINOCO-FAVILA, J. C.; ANZUREZ-GUTIÉRREZ, A.; ECHÁNIZ-AVILES, G. *Streptococcus pneumoniae* as cause of infection in infants less than 60 days of age: serotypes and antimicrobial susceptibility. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 42, p. 69–73, 2016.

STRAUME, D.; STAMSÅS, G. A.; HÅVARSTEIN, L. S. Natural transformation and genome evolution in *Streptococcus pneumoniae*. **Infection, Genetics and Evolution**, v. 33, p. 371–380, 2015.

TANAKA, A.; ZHU, Q.; TAN, H.; HORIBA, H.; OHNUKI, K.; MORI, Y.; YAMAUCHI, R.; ISHIKAWA, H.; IWAMOTO, A.; KAWAHARA, H.; SHIMIZU, K. Biological Activities and Phytochemical Profiles of Extracts from Different Parts of Bamboo (*Phyllostachys pubescens*). **Molecules**, v. 19, p. 8238-8260, 2014.

TAO, C.; WU, J.; LIU, Y.; LIU, M.; YANG, R.; LV, Z. Antimicrobial activities of Bamboo (*Phyllostachys heterocycle* cv. *Pubescens* leaf essential oil and its major

components. **European Food Research and Technology**, v. 244, n. 35, p. 881-891, 2018.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. 964 p.

TRIPATHI, Y. C.; JHUMKA, Z.; ANJUM, N. Evaluation of total polyphenol and antioxidant activity of leaves of *Bambusa nutans* and *Bambusa vulgaris*. **Journal of Pharmacy Research**, v. 9, p 271-277, 2015.

VALENTIM, A. P. T. Atividade antimicrobiana, estudo fitoquímico e identificação de constituintes apolares do alburno de *Hymenaea stignocarpa* Mart. Ex Hayne (jatobá). 2006. 109 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia de Produtos Bioativos) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2006.

VALENTINO, M. J. G.; GANADO, L. S.; GANADO, M. R.; UNLAN, J. R. Phytochemical screening and bio assay of the anti-microbial activity of three species of bamboo in Nueva Ecija, Philippines. **Advances in Environmental Biology**, v. 9, p. 389-396, 2015.

VALIATTI, T. B.; CALAZANS, R. S. P.; BARCELOS, I. B.; PASSONI, G. P.; BARATELA, G. N. O.; DEGEN, A. N.; SALVI, J. O.; SOBRAL, F. O. S.; ROMÃO, N. F. Identification of *Bambusa vulgaris* (bamboo) extract secondary compounds and its biological effects. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 7, n. 1, p. 222-239, 2020.

VEIGA, A. **Padronização e validação do método de microdiluição para determinação da concentração inibitória mínima de compostos antimicrobianos**. 2016. 96 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2016.

VENTOLA C, L. The Antibiotic Resistance Crisis: Part 1: Causes and Threats. **Pharmacy and Therapeutics**. v. 40, n. 4, p. 277-283, 2015.

WHO. Resistência antimicrobiana. WHO, 2013. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>. Acesso em: 17 jul. 2021.

WHÓBLEWSKA, K. B.; OLIVEIRA, D. C. S.; GROMBONE-GUARATINI, M. T.; MORENO, P. R. H. Medicinal properties of Bamboo. **Pharmacognosy – Medicinal Plants**. p 18, 2005.

WRÓBLEWSKA, K. B. Atividade antioxidante e fotoprotetora de bambus nativos do Sudeste brasileiro. 2019. 172 f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2019.

YASIN, S.; LIU, L.; YAO, J. Biosynthesis of Silver Nanoparticle by Bamboo Leaves Extract and Their Antimicrobial Activity. **Journal of Fiber Bioengineering and Informatics**, v. 6, n. 1, p 77-84, 2013.

ZHANG, J.; GONG, J.; DING, Y.; LU, B.; WU, X.; ZHANH, Y. Antibacterial activity of water-phase extracts from bamboo shavings against food spoilage microorganisms. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 45, p. 7710-7717, 2010.