



UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS - UniEVANGÉLICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOCIEDADE, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE
(PPGSTMA)
MESTRADO ACADÊMICO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**CULTIVO, PROPAGAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DE
ESPÉCIES DE *Justicia* OCORRENTES NO CERRADO GOIANO**

JERLANE DE ALMEIDA SILVA LUÍS

ANÁPOLIS, GO

2024

JERLANE DE ALMEIDA SILVA LUÍS

**CULTIVO, PROPAGAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DE
ESPÉCIES DE *Justicia* OCORRENTES NO CERRADO GOIANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientadora: Profa. Dra. Lucimar Pinheiro Rosseto.

Coorientadora: Profa. Dra. Josana de Castro Peixoto.

ANÁPOLIS, GO

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

L953

Lúis, Jerlane de Almeida Silva.

Cultivo, propagação e avaliação da atividade antibacteriana de espécies de *Justicia* ocorrentes no cerrado goiano / Jerlane de Almeida Silva Lúis - Anápolis: Universidade Evangélica de Goiás, 2024.
126 p.; il.

Orientadora: Profa. Dra. Lucimar Pinheiro Rosseto.

Coorientadora: Prof. Dra. Josana de Castro Peixoto.

Dissertação (mestrado) - Programa de pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente - Universidade Evangélica de Goiás, 2023.

1. Plantas medicinais 2. Bioatividade 3. Acanthaceae 4. Savana Brasileira. I. Rosseto, Lucimar Pinheiro II. Peixoto, Josana de Castro.
II. Título

CDU 504

Catálogo na Fonte
Elaborado por Hellen Lisboa de Souza CRB1/1570



FOLHA DE APROVAÇÃO

"CULTIVO, PROPAGAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DE ESPÉCIES DE *Justicia* OCORRENTES NO CERRADO GOIANO"

Jerlane de Almeida Silva Luis

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPGSTMA) da Universidade Evangélica de Goiás/ UniEVANGÉLICA como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE.

Aprovado em 01 de agosto de 2023.

Linha de pesquisa: Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável.

Banca Examinadora

Profa. Dra. Lucimar Pinheiro Rosseto
Presidente/Orientadora (UniEVANGÉLICA)

Prof. Dr. Jadson Belém de Moura
Examinador Interno (UniEVANGÉLICA)

Prof. Dr. Plínio Lázaro Faleiro Naves
Examinador Interno (UniEVANGÉLICA)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Jesmar Martins (em memória) e Nilva Inácia, por todo cuidado, ensinamentos, por sempre estarem ao meu lado e pelo grande amor.

Ao meu irmão Geslei Samuel (em memória), que eu prometi ser forte e nunca desistir. Vivo um dia por vez e vou escrevendo cada capítulo da minha vida com a certeza de que você está comigo todo o tempo, dentro do meu coração!

Ao meu filho, Douglas Leonel, por estar sempre ao meu lado, ao meu esposo, Júnior por todo apoio, compreensão e companheirismo e ao meu sogro Edes Luiz, grande incentivador de meus projetos pessoais e profissionais.

A eles todo meu amor e reconhecimento!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por iluminar o meu caminho e colocar pessoas maravilhosas em minha vida.

À professora Dra. Lucimar Pinheiro Rosseto pela orientação e ensinamentos, exemplo de sabedoria, humildade e competência e a professora Dra. Josana de Castro Peixoto pela dedicação e conhecimentos transmitidos. Gratidão por terem me acolhido e ajudado nos momentos mais difíceis da minha vida.

À professora Dra. Cláudia Fabiana Alves Rezende pela atenção especial na fase de cultivo e propagação das mudas, sendo imprescindível para realização deste projeto.

Aos professores e colegas do Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente da Universidade Evangélica de Goiás por todas as contribuições proporcionadas a este trabalho.

À toda equipe técnica dos laboratórios (Química, Microbiológico e LaPeBio) da Universidade Evangélica de Goiás.

Ao professor Dr. Plínio Lázaro Faleiro Naves e a toda a equipe do laboratório de Bioensaios da Universidade Estadual de Goiás (UEG).

À FAPEG pelo incentivo financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos que de alguma forma fizeram parte desta conquista tão almejada.

Muito obrigada!

RESUMO

Acanthaceae estão entre as linhagens de plantas com flores mais diversificadas taxonomicamente no Cerrado. As espécies do gênero *Justicia* têm sido amplamente estudadas por apresentarem compostos cujas atividades biológicas se manifestam em ação anti-inflamatória, antibacteriana, antifúngica, antiasmática, antitumoral, nefroprotetora, antidiabética, estrogênica, prostogênica, antidiarreica, antimutagênica, antioxidante, antidepressiva, ansiolítica, dentre outras. Uma diversidade de metabólitos especiais é encontrada nesse gênero, principalmente alcalóides, esteróides, taninos, terpenóides, lignanas e flavonóides. Estudos sobre a propagação de espécies medicinais são de elevada importância, uma vez que servem de base para a domesticação e o sucesso do cultivo dessas plantas e a estaquia é uma técnica de propagação vegetativa rápida e de fácil execução, sendo muito utilizada nas espécies que apresentam maior facilidade para a formação de raízes adventícias. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi realizar o cultivo, a propagação e avaliação da atividade antibacteriana de espécies de *J. nodicaulis*, *J. pectoralis* e *J. thunbergioides*. Na propagação das espécies foi utilizada a metodologia por estaquia caulinar e para a avaliação da atividade antibacteriana foram realizados ensaios de difusão em disco. O estudo mostrou que a propagação vegetativa por estaquia caulinar, é uma técnica de baixo custo, rápida e eficiente por conservar as características genéticas da planta-mãe. Os extratos hexânicos e metanólicos das espécies vegetais não apresentaram resultados promissores contra as bactérias *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 12228), *Enterococcus faecalis* (ATCC 51299), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) e *Burkholderia cepacia* (ATCC 17759), visto que não foram detectados halos de inibição. Diante destes resultados, sugere-se a realização de estudos adicionais, tais como, a triagem fitoquímica, pesquisa com outros micro-organismos, utilização de diferentes concentrações dos extratos brutos ou ainda estudos com compostos isolados.

Palavras-chave: Plantas medicinais. Bioatividade. *Acanthaceae*. Preservação de espécies. Savana brasileira.

ABSTRACT

Acanthaceae are among the most taxonomically diverse lineages of flowering plants in the Cerrado. Species of the genus *Justicia* have been widely studied because they present compounds whose biological activities are manifested in anti-inflammatory, antibacterial, antifungal, antiasthmatic, antitumor, nephroprotective, antidiabetic, estrogenic, prostogenic, antidiarrheal, antimutagenic, antioxidant, antidepressant, anxiolytic, among others. A diversity of special metabolites is found in this genus, mainly alkaloids, steroids, tannins, terpenoids, lignans and flavonoids. Studies on the propagation of medicinal species are of great importance, since they serve as a basis for the domestication and successful cultivation of these plants and cuttings are a quick and easy-to-execute vegetative propagation technique, being widely used in species that have greater ease for the formation of adventitious roots. In this sense, the objective of this study was to carry out the cultivation, propagation and evaluation of the antibacterial activity of species of *J. nodicaulis*, *J. pectoralis* and *J. thunbergioides*. In the propagation of the species, the stem cutting methodology was used and to evaluate the antibacterial activity, disk diffusion tests were carried out. The study showed that vegetative propagation by stem cuttings is a low-cost, fast and efficient technique for conserving the genetic characteristics of the mother plant. The hexane and methanolic extracts of the plant species did not show promising results against the bacteria *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 12228), *Enterococcus faecalis* (ATCC 51299), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) and *Burkholderia cepacia* (ATCC 177 59), since no inhibition halos were detected. Given these results, it is suggested that additional studies be carried out, such as phytochemical screening, research with other microorganisms, use of different concentrations of crude extracts or studies with isolated compounds.

Keywords: Medicinal plants. Bioactivity. *Acanthaceae*. Species preservation. Brazilian savanna.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1 – Brazoides A-D (1-4) isolados a partir de <i>Justicia gendarussa</i>	44
Figura 2 - Exemplo de substâncias conforme classificação dos metabólitos secundários	45
Figura 3 – Membros da família Acanthaceae: A) <i>Justicia nodicaulis</i> ; B) <i>Justicia irwinii</i>	52
Figura 4 - Morfologia da espécie de <i>Justicia nodicaulis</i>	53
Figura 5 - <i>Justicia pectoralis</i> Jacq. (Acanthaceae) – A) Aspecto geral da planta; B) Aspecto geral da planta com inflorescências	54
Figura 6 - <i>Justicia thunbergioides</i> (Lindau) Leonard – A) Aspecto geral da planta; B) Cápsula	57

CAPÍTULO 2

Figura 1 – Exsicatas das espécies de <i>Justicia</i> . A) <i>Justicia nodicaulis</i> ; B) <i>Justicia pectoralis</i> ; C) <i>Justicia thunbergioides</i>	80
Figura 2 – Matrizes de <i>Justicia nodicaulis</i> existentes em mata semidecídua, ao longo do córrego da área experimental da Universidade Evangélica de Goiás – UniEvangélica	82
Figura 3 – Propagação de <i>Justicia nodicaulis</i> em copos plásticos na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO – A) População de plantas; B) Plantas propagadas; C) Plantas propagadas após 60 dias; D) Plantas propagadas após 90 dias	82
Figura 4 – Processo de recuperação da espécie de <i>Justicia pectoralis</i> A) Aspecto geral das plantas sem adubação; B) Primeira adubação organomineral; C) Aspecto geral das plantas 15 dias a primeira adubação; D) Aspecto geral da planta 5 meses após a primeira adubação	84
Figura 5 – Propagação de <i>Justicia pectoralis</i> em copos plásticos na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO – A) Touceiras	

utilizadas na propagação; B) Aspecto geral da planta; C) Estaquias separadas para propagação; D) Plantas propagadas	85
Figura 6 – Propagação de <i>Justicia pectoralis</i> em copos plásticos na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO – A) Touceiras utilizadas na propagação; B) Plantas propagadas; C) Plantas após 60 dias a propagação; D) Plantas adultas	86
Figura 7 – Coleta de <i>Justicia thunbergioides</i> no Parque Onofre Quinan, em Anápolis-GO	87
Figura 8 – Propagação de <i>J. thunbergioides</i> com vermiculita	88
Figura 9 – Coleta de <i>Justicia thunbergioides</i> na Trilha do Tatu, nas dependências da Universidade Estadual de Goiás, em Anápolis-GO	89
Figura 10 - Propagação de <i>Justicia thunbergioides</i> em copos plásticos na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO – A) Estaquia com duas gemas e folhas apicais; B) Estaquias sem folhas; C) Plantas propagadas; D) Plantas propagadas após 60 dias; E) Plantas propagadas após 90 dias	89

CAPÍTULO 3

Figura 1 – Coleta das folhas de <i>J. nodicaulis</i> (A), <i>J. pectoralis</i> (B) e <i>J. thunbergioides</i> (C) na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO.....	105
Figura 2 – Extração dos extratos brutos das espécies de <i>Justicia</i> – A) Extração Sólido-Líquido com solvente metanólico; B) Extrato metanólico líquido; C) Extração sólido-líquido com solvente hexânico; D) Extrato hexânico líquido; E) Evaporador rotatório (45°C); F) Extrato hexânico e metanólico seco.....	107
Figura 3 – Esquematização do ensaio de atividade antibacteriana pelo método de difusão em disco dos extratos hexânicos e metanólicos das folhas de <i>J. nodicaulis</i> , <i>J. pectoralis</i> e <i>J. thunbergioides</i>	109
Figura 4 – Eppendorfs com cepas bacterianas em temperatura ambiente.....	111
Figura 5 – Representação esquemática da técnica de esgotamento por estrias para isolamento de colônias bacterianas.....	111
Figura 6 - Placas de Ágar sangue inoculadas com micro-organismo.....	112
Figura 7 - Antibiograma para controle positivo das bactérias utilizadas nos experimentos.....	113

LISTA DE GRÁFICOS

CAPÍTULO 1

Gráfico 1 – Distribuição de espécies do gênero <i>Justicia</i> por domínio Fitogeográfico.....	46
---	----

CAPÍTULO 2

Gráfico 1 - Comprimento das folhas das espécies de <i>Justicia</i> propagadas com avaliação em três meses de desenvolvimento na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO.....	93
---	----

Gráfico 2 - Largura das folhas das espécies de <i>Justicia</i> propagadas com avaliação em três meses de desenvolvimento na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO.....	93
---	----

Gráficos 3 - Altura da planta das espécies de <i>Justicia</i> propagadas, com avaliação em três meses de desenvolvimento na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO.....	94
---	----

Gráfico 4 - Diâmetro do caule das espécies de <i>Justicia</i> propagadas, com avaliação em três meses de desenvolvimento na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO.....	94
---	----

LISTA DE MAPAS

CAPÍTULO 1

- Mapa 1 - Distribuição geográfica mundial da família Acanthaceae (representação da vegetação global em verde; em amarelo e laranja estão as áreas de maior incidência da família).....42
- Mapa 2 - Mapa da distribuição geográfica e gráficos fenológicos de *Justicia irwinii*, *Justicia nodicaulis* e *Justicia thunbergioides*.....51

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 1

Quadro 1 – Espécies da família Acanthaceae, constituintes químicos e atividades biológicas	43
Quadro 2 - Atividades biológicas de metabólitos secundários isolados de espécie de <i>Justicia</i>	48

CAPÍTULO 2

Quadro 1 - Principais tipos de adubos e suas características	77
Quadro 2 – Classificação dos fertilizantes	77
Quadro 3 - Origem das matrizes, período e técnica de propagação das espécies vegetais selecionadas para o estudo	79
Quadro 4 - Métodos de propagação e meio de cultivos de espécies de <i>Justicia</i>	95

CAPÍTULO 3

Quadro 1 - Identificação das amostras e denominação de suas siglas.....	110
Quadro 2 - Ensaios antibacterianos realizados com extratos hexânico e metanólico de folhas de <i>Justicia nodicaulis</i> , <i>Justicia pectoralis</i> e <i>Justicia thunbergioides</i> na concentração 20mg.mL ⁻¹	114

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Avaliações do enraizamento e índice de mortalidade das estacas, tanto basais como apicais.....	92
Tabela 2 - Micro-organismos utilizados na determinação da concentração mínima inibitória (CMI).....	109

LISTA DE ABREVIATURAS

AMC - Amoxicilina + ácido Clavulânico
AMP - Ampicilina
ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ATCC – *American Type Culture Collection*
BHI – *Brain Heart Infusion*
BrCAST - *Brazilian Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing*
CLSI - *Clinical & Laboratory Standards Institute*
CMI - Concentração mínima inibitória
DP – Desvio padrão
DPPH - 2,2-difenil-1-picrilhidrazil
DMSO - Dimetilsulfóxido
EHJN - Extrato hexânico de *J. nodicaulis*
EMJN - Extrato metanólico de *J. nodicaulis*
EHJP - Extrato hexânico de *J. pectoralis*
EUCAST - *European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing*
EMJP - Extrato metanólico de *J. pectoralis*
EHJT - Extrato hexânico de *J. tunbergioides*
EMJT - Extrato metanólico de *J. tunbergioides*
HI - Halo de inibição
GTM - Gentamicina
LabBio - Laboratório de Bioensaios
LaPeBio - Laboratório de Pesquisa em Biodiversidade
MH – *Mueller Hinton*
NaCl - Cloreto de sódio
OMS – Organização Mundial de Saúde
PSF - Programa Saúde da Família
RENISUS – Relação nacional de Plantas Medicinais de Interesse do SUS
RPPN – Reserva Particular do Plantio Natural
SUS - Sistema Único de Saúde
TTC – Tetraciclina
UEG – Universidade Estadual de Goiás
VCM - Vancomicina

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	19
2. OBJETIVOS.....	24
2.1 Objetivo geral.....	24
2.2 Objetivos específicos.....	25
3. JUSTIFICATIVA.....	25
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
CAPÍTULO 1 - Revisão de literatura sobre a família <i>Acanthaceae</i> e o gênero <i>Justicia</i> no Brasil.....	38
1. INTRODUÇÃO.....	38
1.1 Revisão de literatura.....	40
1.2 Família <i>Acanthaceae</i>	41
1.3 Triagem fitoquímica de <i>J. pectoralis</i> e <i>J. thunbergioides</i>	44
1.4 Gênero <i>Justicia</i>	46
1.5 <i>Justicia nodicaulis</i>	51
1.6 <i>Justicia pectoralis</i>	54
1.7 <i>Justicia thunbergioides</i>	56
2. CONCLUSÃO.....	58
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
CAPÍTULO 2 - Cultivo e propagação de espécies de <i>Justicia</i> ocorrentes no Cerrado goiano.....	73
1. INTRODUÇÃO.....	73
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	79
2.1 Seleção das espécies de <i>Justicia</i>	79
2.2 Local de cultivo e propagação das espécies de <i>Justicia</i>	80
2.3 Propagação das espécies de <i>Justicia</i>	81

2.3.1	<i>Justicia nodicaulis</i>	81
2.3.2	<i>Justicia pectoralis</i>	83
2.3.3	<i>Justicia thunbergioides</i>	87
3.	RESULTADOS.....	90
3.1	Avaliação morfológica basal e apical após propagação das espécies de <i>Justicia</i>	90
3.2	Análise estatística.....	91
3.3	Desenvolvimento das espécies de <i>J. thunbergioides</i> , <i>J. pectoralis</i> e <i>J. nodicaulis</i>	91
4.	DISCUSSÃO.....	95
5.	CONCLUSÕES.....	99
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
CAPÍTULO 3 - Avaliação da atividade antibacteriana dos extratos brutos das folhas de espécies de <i>Justicia</i> ocorrentes em Cerrado goiano.....		
		103
1.	INTRODUÇÃO.....	103
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	104
2.1	Coleta das folhas de espécies de <i>Justicia</i>	104
2.2	Secagem e pulverização das folhas.....	105
2.3	Obtenção dos extratos brutos das folhas.....	106
2.4	Reativação das cepas para avaliação da atividade antibacteriana.....	108
2.5	Realização dos ensaios de difusão em disco.....	108
2.6	Leitura das placas de Petri com os discos das amostras.....	113
3.	RESULTADOS.....	114
3.1	Antibiograma.....	116
3.1.1	Ampicilina.....	117
3.1.2	Amoxicilina+Clavulanato.....	117
3.1.3	Gentamicina.....	117
3.1.4	Vancomicina.....	118
4.	DISCUSSÃO.....	119

5. CONCLUSÕES.....	123
6. PERSPECTIVAS FUTURAS.....	123
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	124

1. INTRODUÇÃO

O termo biodiversidade representa a contração das palavras diversidade e biológica e, de forma estrita, refere-se ao número e variedade de espécies encontradas em uma área. De forma ampla, o termo inclui a variação encontrada dentro das espécies (diversidade genética), a variação encontrada em escalas espaciais maiores, como os ecossistemas e transmite a complexidade de organização da vida no planeta, desde a informação contida em uma sequência de ácidos nucleicos até a multitude de informações percebidas na biota como um todo (FAITH, 2021).

O Brasil, reconhecido pela sua megabiodiversidade, possui a maior cobertura de florestas tropicais e a flora mais rica do mundo, além de abrigar uma fauna igualmente importante. Abriga diversos biomas terrestres e aquáticos onde se expressa frequentemente, de forma endêmica, o mais vasto e diversificado conjunto de espécies do planeta. De fato, as plantas terrestres encontradas no território brasileiro correspondem a cerca de 10% das espécies descritas (CHEEK *et al.*, 2020), enquanto a fauna está entre as mais diversas do planeta.

O Cerrado, bioma brasileiro com a maior taxa de desmatamento, também é responsável por diversos serviços ecossistêmicos, entre eles: produção de água; armazenamento e sequestro de carbono; produção de alimentos; e retenção de sedimentos e de nutrientes. A água doce e a mitigação do aquecimento global são alguns dos benefícios do Cerrado, que vão além de seu território (RESENDE *et al.*, 2019). Contudo, a perspectiva de expansão da produção agrícola no Cerrado, nas próximas décadas, deve reduzir a oferta de serviços ecossistêmicos, bem como alterar sua distribuição espacial (RESENDE *et al.*, 2019).

Esse bioma é a segunda maior formação vegetacional da América do Sul, ele ocupa cerca de 204 milhões de hectares, abrangendo 23% do território nacional, e é o Estado de Goiás que detém grande parte dele. Considerado a maior savana do mundo, sua área original supera dois milhões de km² e encontra-se predominantemente no Planalto Central. A sua área contínua abrange, além do Estado de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal, além dos enclaves no Amapá, Roraima e Amazonas. Estima-se que de 31 a 34% das regiões remanescentes de Cerrado possam desaparecer até 2050, sendo considerado

assim um dos 25 hotspots mundiais para a conservação da biodiversidade (OLIVEIRA, 2008; STRASSBURG *et al.*, 2017).

Com relação à obtenção de substâncias orgânicas naturais a partir da biodiversidade, o Cerrado é destacado como promissora fonte de plantas possuidoras de substâncias bioativas. Estima-se que ocorram nesse bioma cerca de 320.000 espécies, representando, no Brasil, cerca de 30% do mesmo (COUTINHO, 2008; BRASIL, 2018). No entanto, o Cerrado vem sofrendo com a degradação do bioma natural, a perda da biodiversidade e o risco de extinção de muitas espécies (ALMEIDA, 2004, p. 15).

O bioma apresenta 2,85% de seu território protegido por unidades de conservação de proteção integral e 5,36% por unidades de conservação de uso sustentável, incluindo Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) que corresponde a 0,07% (BRASIL, 2019).

Segundo Faleiro *et al.* (2013) algumas previsões mostram um cenário sombrio para a vegetação nativa em breve de completo desmatamento. Neste contexto, é fundamental que a comunidade científica realize pesquisas visando obter conhecimentos sobre formas de preservação, conservação e propagação (CARRANZA *et al.*, 2014). Estes estudos podem auxiliar na redução da perda da flora do Cerrado, e na domesticação das espécies e seleção de progênies superiores (TRANCOSO & SANO; MENESES, 2015).

Dessa forma, a propagação vegetativa pode auxiliar neste processo, apresentando-se como uma ferramenta a ser utilizada na domesticação e reprodução das plantas (LEEGGANGERS *et al.*, 2013). Essa técnica é muito usada na produção de mudas frutíferas comerciais e consiste na multiplicação assexuada de partes das plantas, exceto as sementes, gerando indivíduos geneticamente idênticos à planta-mãe (OBOHO & IYADI, 2013).

A propagação vegetativa é interessante para a produção em larga escala de plantas medicinais com potencial utilização de fitoterápicos (BAILÃO *et al.*, 2015). Aproximadamente 25 mil espécies de plantas são usadas em todo o mundo para a produção de medicamentos a partir de produtos naturais (LI *et al.*, 2020). A utilização de espécies vegetais para fins medicinais remonta ao início da civilização, sendo que os primeiros registros referentes a plantas medicinais se encontram em textos chinês datados de 500 a.C. relatando nomes, doses e indicações de seus usos (KOVALSKI & OBARA, 2013; SANTOS-LIMA *et al.*, 2016).

No Brasil, a utilização das plantas medicinais foi estimulada por movimentos populares, diretrizes de várias conferências nacionais de saúde e por recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS) (ANTONIO *et al.*, 2014). Dessa forma, em 2006 o Governo Federal brasileiro criou a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterapia, cujo objetivo é “garantir à população brasileira o acesso seguro e o uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos, promovendo o uso sustentável da biodiversidade, o desenvolvimento da cadeia produtiva e da indústria nacional” (BRASIL, 2006, p. 20).

Em 2008, deu-se a elaboração da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse do SUS (RENISUS) cujo objetivo é orientar pesquisas e financiar o desenvolvimento da cadeia produtiva de fitoterápicos, juntamente com o Ministério da Saúde e com outros Ministérios participantes do Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, das quais estão associadas à regulamentação, cultivo, manejo, produção, comercialização e dispensação de plantas medicinais e fitoterápicos. A RENISUS atualmente possui 71 plantas, incluindo a *Justicia pectoralis* Jacq. (LINHARES, 2012).

Desde então, o uso de plantas para tratamento de doenças vem ganhando reconhecimento, recebendo seu devido valor pela ciência com função fundamental para o desenvolvimento dos povos (ATASANOV *et al.*, 2015), oferecendo elementos práticos para outros pesquisadores das áreas de fitoquímica e farmacologia, favorecendo a descoberta de novos medicamentos (AWUCHI, 2019).

Segundo dados da OMS, 80% da população mundial utiliza-se de práticas tradicionais na atenção primária a saúde, e desse total, 85% usam plantas medicinais ou preparações destas, por seu acesso ser mais fácil e mais barato (NÓBREGA *et al.*, 2017). O uso e cultivo de plantas medicinais apresenta relevância não só por resgatar o patrimônio natural e cultural, mas para estimular maior aproveitamento dos recursos terapêuticos de origem natural e de preservação da biodiversidade através do cultivo (SOUZA *et al.*, 2015).

No Estado de Goiás, estudos que abordam o uso e a importância das plantas medicinais já foram realizados na capital Goiânia (RIZZO *et al.*, 1990, PEDROSO; ANDRADE; PIRES, 2021), bem como Porangatu (TRIDENTE, 2002), Mossâmedes (VILA-VERDE *et al.*, 2003), Alto Paraíso de Goiás (SOUZA & FELFILI, 2006), Ouro Verde de Goiás (SILVA & PROENÇA, 2008), Ipameri (ZUCCHI *et al.*, 2013), Caldas Novas (OLIVEIRA & GONDIM, 2013) e em Anápolis (ROSSETO *et al.*; 2017). Neste

município, há como destaque a pesquisa científica realizada por professores e alunos da Universidade Evangélica de Goiás, em especial com plantas pertencentes à família Acanthaceae e do gênero *Justicia* sp. Os conhecimentos tradicionais dos usos mais comuns dados aos vegetais podem ser resgatados pela etnobotânica e utilizados para a valorização das plantas do Cerrado no processo de desenvolvimento econômico (SOUZA & FELFILI, 2006; ROSSETO & SILVA, 2023).

A família Acanthaceae compreende cerca de 275 gêneros e 4000 espécies distribuídas, predominantemente, pelas regiões tropicais, com poucos representantes nas regiões temperadas. Os principais centros de diversidade para a família são o sudeste da Ásia, Malásia, Índia, África tropical, Madagascar, Brasil, região Andina, México e América Central (PROFICE & ANDREATA, 2011). No Brasil compreende cerca de 45 gêneros, 706 espécies e 9 variedades, as quais estão distribuídas nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste, sendo os gêneros mais proeminentes *Justicia* Linnaeus, *Ruellia* Linnaeus e *Aphelandra* Brown. A maioria dos representantes dessa família ocorre nos Biomas Mata Atlântica e Cerrado (PROFICE *et al.*, 2015). No Distrito Federal ocorrem 52 espécies distribuídas em 10 gêneros.

Em Goiás, os registros de ocorrência para espécies da família Acanthaceae ainda são escassos. Entretanto, em 29 levantamentos baseados em material de herbário, foi apontado a ocorrência de 48 espécies em 8 gêneros (VILAR, 2009; SARTIN, 2015), comprovando a importância deste estudo, uma vez que várias espécies possuem potencialidade farmacológica e relevância do potencial medicinal, visto que em pesquisas recentes, a presença de metabólitos secundários, como alcalóides, ligninas, flavonoides, terpenoides e cumarinas foi evidenciada (RODRIGUES, 2017; LIMA, 2017; VARGEM, 2015; PEIXOTO, 2013).

O gênero *Justicia* apresenta cerca de 900 espécies e distribuição pantropical, sendo considerado um dos gêneros mais amplos da família Acanthaceae (DANIEL & LOTT 2009; SARTIN, 2015; PROFICE *et al.*, 2015). Ainda assim, o número total de espécies de *Justicia* na flora brasileira é desconhecido. As espécies desse gênero são descritas como ervas, subarbustos, arbustos, lianas ou, mais raramente, árvores. As plantas são hermafroditas, apresentam normalmente folhas opostas, simples e sem estípulas. As flores são isoladas ou em inflorescências. As brácteas e bractéolas são muitas vezes coloridas e vistosas. O cálice é persistente no fruto (PROFICE *et al.*, 2015; SARTIN, 2015).

Dentre as inúmeras potencialidades terapêuticas do bioma Cerrado, destaca-se a espécie *Justicia pectoralis* Jacq., conhecida no Brasil pelos nomes populares de chambá, anador, melhoral ou novalgina, é considerada uma planta de uso medicinal nas regiões Norte e Nordeste, no tratamento de asma, tosse e bronquite (OLIVEIRA *et al.*, 2023).

Em pesquisas recentes, onde foram realizados os estudos fitoquímicos de *J. thunbergioides*, na avaliação da atividade antioxidante contra ao DPPH - 2,2-difenil-1-picrilhidrazil, o extrato metanólico da espécie apresentou forte ação antioxidante que se dá pela presença de compostos fenólicos e flavonoides (PROVENSI, 2018).

Já nas análises fitoquímica foliar realizadas na espécie de *Justicia nodicaulis*, pôde-se observar, a presença de heterosídeos antraquinônicos, cardioativos e saponínicos, flavonoides, taninos e cumarinas. Na análise do rendimento do óleo extraído nas folhas de *J. nodicaulis* foi de 0,05% (ROCHA, *et al.*, 2019).

Na análise da composição química do óleo essencial de *Justicia nodicaulis*, em estágio vegetativo, foram identificados 49 componentes, sendo que os 8 principais ocorrentes no Cerrado. Dos 8 componentes principais, 12,5% são monoterpenos sendo que os monoterpenos álcoois estão em menor porcentagem do total (ROCHA, *et al.*, 2019).

Os sesquiterpenos correspondem a 82,50% do total dos componentes do óleo essencial, sendo que os sesquiterpenos álcoois estão em maior porcentagem, 62,50% do total (ROCHA, *et al.*, 2019). Estudos comprovaram que sesquiterpeno α -muurolol possui atividade antimicrobiana, principalmente em fungos patogênicos e bactérias Gram (+/-) (COSTA, 2006).

Um dos maiores avanços da terapia medicamentosa tem sido representado pela utilização de antimicrobianos, tanto em ambulatórios quanto em hospitais, e têm reduzido drasticamente a incidência de muitas doenças infecciosas (MANANDHAR *et al.*, 2019). Entretanto, o aumento crescente do uso de antibióticos tem potencializado a seleção de cepas de bactérias resistentes a esses medicamentos (COSTA & JÚNIOR, 2017; MATOS *et al.*, 2016).

Agentes antimicrobianos podem ser entendidos como compostos naturais ou sintéticos capazes de inibir seletivamente o crescimento ou causar a morte de micro-organismos. Dentro dessas substâncias se encontram os antimicrobianos, compostos produzidos por micro-organismos, como por exemplo fungos e bactérias (GUITOR & WRIGHT, 2018).

Pode-se classificar os antimicrobianos como bactericidas, quando levam à lise da bactéria, ou bacteriostáticos, quando causam a inibição do crescimento microbiano. Além disso, podem apresentar outras classificações de acordo com suas propriedades físicas, químicas, farmacológicas, quanto a seu espectro e mecanismo de ação (HUSSAIN *et al.*, 2017; NEMETH; OESCH; KUSTER, 2015).

A revisão de Newman e Cragg (2016) relata a influência acentuada dos produtos naturais no âmbito do comércio antibacteriano e ressalta que a maioria foram descobertos a partir de fontes naturais. Baseado nesta premissa, estudos de espécies vegetais com propriedades antibacterianas têm sido amplamente desenvolvidos uma vez que apresentam amplo espectro de atividade e inibição comprovada contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas (BRESOLIN & CECHINEL FILHO, 2010; MBOSSO *et al.*, 2010; SILVA, 2013).

Isto porque, graças a sua atividade metabólica secundária, as plantas são capazes de produzir substâncias antibióticas, utilizadas como mecanismo de defesa contra predação por micro-organismos, insetos e herbívoros (REZENDE *et al.*, 2016). Os compostos isolados de plantas são substâncias cuja estrutura química, com raras exceções, apresentam grandes diferenças estruturais em relação aos antibióticos derivados de micro-organismos, além da alta diversidade dos compostos produzidos, o que aumenta a probabilidade da ocorrência de interações sinérgicas, garantindo uma melhor atividade biológica (BORGES & AMORIM, 2020).

Esses agentes antibióticos obtidos de plantas podem agir como reguladores do metabolismo intermediário, por meio da ativação ou bloqueio de reações e sínteses enzimáticas, seja a nível nuclear ou ribossomal, ou mesmo alterando estruturas de membranas (REYES-SILVA; SALAZAR-CAMPOS; RÍOS-CORTES, 2020).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o cultivo, a propagação e avaliação da atividade antibacteriana de espécies de *Justicia* sp. (*Acanthaceae*) ocorrentes no Cerrado goiano.

2.2 Objetivos específicos

- Cultivar e propagar as espécies de *Justicia nodicaulis*, *Justicia pectoralis*, e *Justicia thunbergioides*;
- Avaliar a atividade antibacteriana dos extratos brutos obtidos dessas espécies vegetais pelo método de difusão de disco em ágar.

3. JUSTIFICATIVA

A importância dos antibióticos no tratamento de doenças infecciosas, representa um grande avanço na saúde, mas o uso desses produtos na prevenção ajuda a selecionar micro-organismos multirresistentes, aumentando a dificuldade no tratamento dessas doenças, causando um aumento no número de internações por esses danos colaterais (OLIVEIRA, 2021).

A automedicação é uma preocupação global, por atingir vários países, constatou-se que ao longo dos anos os antibióticos selecionaram espécies extremamente resistentes aos produtos químicos. Esses micróbios resistentes surgem à medida que as bactérias evoluem, causando mutações que são mudanças na estrutura do gene que podem ocorrer durante a replicação (BAPTISTA, 2013).

Com o intuito de contribuir no combate a micro-organismos patogênicos, surgem os avanços na área da “**Medicina Alternativa**”, por meio de estudos de plantas medicinais, que vêm sendo cada vez mais pesquisadas e reconhecidas cientificamente (CAVALCANTI, 2020). Assim, a demanda por medicamentos à base de plantas vem crescendo mundialmente. Nos países desenvolvidos, como alternativa mais saudável, ou menos danosa, de tratamento, e em países em desenvolvimento, como resultado do baixo acesso aos medicamentos farmoquímicos (GALUCIO *et al.*, 2021).

O sistema público de saúde no Brasil não possui uma política de assistência farmacêutica capaz de suprir as necessidades medicamentosas da população, sobretudo no nordeste brasileiro, no qual a população carente apresenta dificuldades para obter os medicamentos essenciais (CARVALHO *et al.*, 2020). Alguns estados e municípios brasileiros vêm realizando nas duas últimas décadas a implantação de Programas de Fitoterapia na atenção primária, com o intuito de

suprir as carências medicamentosas de suas comunidades. E muitos desses programas estão sendo desenvolvidos no sistema de saúde vinculados ao Programa Saúde da Família (PSF) (GONÇALVES *et al.*, 2020).

Conseqüentemente, com o aumento do uso de fitoterápicos, houve uma demanda maior pela procura de matéria-prima, ou seja, a necessidade de plantas medicinais ocorrentes no bioma Cerrado e nos demais biomas mundiais para fins medicinais. Ainda são muito escassas as informações disponíveis sobre o comportamento das plantas medicinais, aromáticas e condimentares quando estas são submetidas às técnicas de produção agrícola (SÁ-FILHO *et al.*, 2021).

O Cerrado possui uma flora com mais de 7000 espécies, sendo considerada a mais rica dentre a vegetação de savana do mundo (KLINK & MACHADO, 2005). As espécies vegetais endêmicas do bioma Cerrado, usadas para fins medicinais, são utilizadas de diversas formas, principalmente extratos e tinturas, e algumas delas servem como matéria prima para elaboração de insumos ativos para a indústria farmacêutica (ALVES *et al.* 2011).

Dentre as plantas de interesse farmacêutico, de ocorrência no Cerrado, destaca-se a família Acanthaceae que compreende cerca de 275 gêneros e 4000 espécies (PROFICE & ANDREATA, 2011), amplamente distribuídas em todo o mundo, sendo que o Novo Mundo possui uma representação de aproximadamente 85 gêneros e 2.000 espécies conhecidas (WASSHAUSEN, 2004). Dentre os vários estudos sobre a utilização medicinal de algumas espécies de plantas da família Acanthaceae, destacam-se os estudos relacionados ao gênero *Justicia*, e mais especificamente à espécie *Justicia pectoralis* Jacq., popularmente conhecida como chambá ou anador.

O estudo de plantas na busca por moléculas bioativas com mecanismo inovador tem contribuído para a descoberta de novos fármacos indicados para diversas patologias (OLIVEIRA, 2012). A utilização dessas substâncias ativas é de grande importância em protótipos para o desenvolvimento de fármacos, seja como fitoterápico e/ou como fonte de insumo ativo para indústria farmacêutica na fabricação de medicamentos elaborados (SILVA & PEIXOTO, 2013). Estima-se que 25% das drogas descritas em farmacopeias modernas sejam moléculas semissintéticas isoladas de plantas (SINGH *et al.*, 2015).

A fitoterapia levou a descobertas promissoras da ação terapêutica das plantas para o ser humano, por meio das substâncias bioativas, denominados de

metabólitos secundários (ou especiais), que podem ser responsáveis por ações profiláticas para algumas patologias (MESQUITA; PINTO; MOREIRA, 2017). Diante disso, o interesse por essa prática vem aumentando entre pesquisadores, serviços de saúde e usuários na possibilidade de garantir uma terapia eficiente com menos efeitos colaterais (SPÉZIA *et al.*, 2020).

Diversas patologias têm sido tratadas por meio do uso popular de plantas medicinais, principalmente as doenças do sistema respiratório. As causas dessas doenças são variadas, sendo a principal devido à ação de bactérias. A espécie *Staphylococcus aureus* coloniza as fossas nasais e a garganta, podendo ocasionar faringites e pneumonias. Já a espécie *Streptococcus pneumoniae* ocupa as regiões da nasofaringe e orofaringe podendo atingir os pulmões, ocasionando também pneumonias (PRUDENTE & MOURA, 2013).

O uso indevido e excessivo de antibióticos no controle de doenças causadas por bactérias é o principal fator para a rápida manifestação e disseminação de cepas resistentes aos antibacterianos (MAMATOVA *et al.*, 2019). Com isso, novos agentes antimicrobianos eficazes e seguros são necessários e as plantas medicinais surgem como uma fonte promissora, rica em constituintes com propriedades antibacterianas, que podem auxiliar no tratamento dessas infecções (NGUYEN *et al.*, 2019).

Por meio de pesquisas com plantas medicinais, já foi relatado as atividades antibacteriana e antifúngica de extratos vegetais, óleos essenciais e compostos isolados, como os alcaloides, polifenóis, taninos e terpenos (OKWU *et al.*, 2019).

Os metabólitos secundários possuem propriedades antibacterianas e antifúngicas pelos seguintes mecanismos: os polifenóis e taninos pela inibição enzimática, privação de substrato, ruptura de membrana e complexação de íons metálicos; terpenos e óleos essenciais por ruptura de membrana e alcaloides que se intercalam na parede celular bacteriana (SUBRAMANI; NARAYANASAMY; FEUSSNER, 2017; MENEZES FILHO *et al.*, 2020a; MENEZES FILHO *et al.*, 2020b).

A espécie *J. pectoralis* encontra-se na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse pelo SUS, sendo importante sua pesquisa como potencial na produção de fitoterápicos. Na produção de plantas medicinais, os sistemas orgânicos de cultivo são os mais indicados, visando a preservação da qualidade biológica da planta, que se refere a composição interna equilibrada (PEDROSA *et al.*, 2010).

Os potenciais benefícios dos medicamentos a base de plantas fizeram com que muitas espécies de plantas medicinais, viessem a ser exploradas de maneira não científica e em excesso; levando a um declínio da diversidade biológica; este resultado que ainda possui outros fatores, que corroboram para sua influência negativa nos ecossistemas, como por exemplo: A rápida industrialização, o aumento populacional, o desmatamento indiscriminado, a poluição, a superexploração dos recursos naturais e as mudanças climáticas (SEM & SAMANTHA, 2015).

A extinção e a necessidade maior de uso de plantas medicinais na atualidade fazem com que, o seu plantio se torne fundamental para a sua preservação e conservação (VIEIRA *et al.*, 2016). De acordo com Baracuhy *et al.* (2016), o cultivo de plantas medicinais demanda um grande cuidado, sendo que, é uma etapa importante na obtenção do produto final (medicamento) e que se não for realizada de forma adequada poderá interferir na produção e qualidade de um medicamento fitoterápico, tanto do ponto de vista qualitativo quanto quantitativo.

Segundo Lameira e Pinto (2008) a reprodução das plantas medicinais é realizada por sementes, além disso, podem ser disseminadas, também através de estacas que são partes vegetativas de plantas e, nesse caso é utilizado sacos plásticos, bandejas e vasos já preparados a fim de receber as mesmas. A propagação vegetativa é uma das formas mais utilizadas para a produção de mudas de plantas medicinais (HARTMANN *et al.*, 2018). A partir de órgãos vegetativos (ramos, folhas, caules e até mesmo raízes), são obtidas estacas, portanto, a nova planta será originada a partir de seu enraizamento (GOELZER *et al.*, 2019).

Nesse sentido, a propagação vegetativa tem sido praticada com sucesso para várias espécies comerciais. Estacas oriundas das partes aéreas da planta têm sido bastante utilizadas para a propagação, enquanto as estacas de raízes têm sido pouco usadas (CARVALHO; NEVES; TRONCO, 2020). A capacidade de enraizamento das estacas depende principalmente, da família, espécie, idade da planta, época do ano e da parte da planta a ser utilizada (FERREIRA *et al.*, 2020).

Dessa forma, identifica-se a necessidade do desenvolvimento tecnológico do processo de cultivo e propagação das espécies de *J. pectoralis*, *J. nodicaulis* e *J. thunbergioides* pertencentes ao bioma Cerrado, contribuindo, portanto, para o desenvolvimento de pesquisas em relação a atividade antibacteriana, entre outras, dessas espécies.

Portanto, esta dissertação será apresentada em três capítulos. No primeiro será apresentado a importância medicinal da família *Acanthaceae* e do gênero *Justicia* no Brasil. O capítulo dois apresenta os resultados do cultivo e propagação de espécies de *Justicia* ocorrentes no Cerrado goiano. E o capítulo três apresenta os resultados da atividade antibacteriana dos extratos brutos das folhas das espécies de *Justicia*.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Jalcione. **O campo da pesquisa e das ações sobre o meio ambiente**. Porto Alegre: PGDR/UFRGS, 2004.
- ANTONIO, G. D. *et al.* Fitoterapia na atenção primária à saúde. **Revista de Saúde Pública**, v. 48, n. 3, p. 541-553, 2014.
- ANDRESSA CAVALCANTE PAZ E SILVA; LUCIMAR PINHEIRO ROSSETO (Org.). **Plantas Medicinais e Fitoterapia: bulário 2023**. 1ª. ed. Goiânia, Goiás, Editoria Kelps. Goiás: Universidade, 2023, v.1, p. 1 – 87. Doi.10.29327/5333250.
- ATASANOV, A. G. *et al.* Discovery and resupply of pharmacologically active plant-derived natural products: a review. **Biotechnology Advances**, v. 33, n. 8, p. 1582-1614, 2015.
- AWUCHI, C. G. Medicinal plants: the medical, food, and nutritional biochemistry and uses. **International Journal of Advanced Academic Research**, v. 5, n. 11, p. 220-241, 2019.
- BAILÃO, E. F. L. C. *et al.* Bioactive compounds found in Brazilian Cerrado fruits. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, n. 10, p. 23760-23783, 2015.
- BARACUHY, J. G. V.; FURTADO, D. A.; FRANCISCO, P. R. M.; LIMA, J. L. S.; PEREIRA, J. P. G. **Plantas medicinais de uso comum no Nordeste do Brasil**. Campina Grande: EDUEFCG, 2016, 205p.
- BAPTISTA, M.G.F.M. **Mecanismos de Resistência aos Antibióticos**. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia Faculdade de Ciências e Tecnologias da Saúde. Lisboa 2013.
- BORGES, L. P.; AMORIM, V. A. Metabólitos secundários de plantas. **Revista Agrotecnologia**, v. 11, n. 1, 2020.
- BRAGA, J. C. B.; SILVA, L. R. Consumo de plantas medicinais e fitoterápicos no Brasil: perfil de consumidores e sua relação com a pandemia de COVID-19. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 1, 2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Assistência Farmacêutica. **Política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos / Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Assistência Farmacêutica**. Brasília (Série B. Textos Básicos de Saúde), 2006. 60 p.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Biodiversidade**. 2018. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade.html>.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de ação para prevenção e controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado-PPCERRADO**. Brasília, DF, 2019.

BRESOLIN, T. M. B.; CECHINEL FILHO, V. **Fármacos e medicamentos: uma abordagem multidisciplinar**. São Paulo - Santos. 2010. 416 p.

CARRANZA, T. *et al.* Protected area effectiveness in reducing conversion in a rapidly vanishing ecosystem: the Brazilian Cerrado. **Conservation Letters**, v. 7, n. 3, p. 216-223, 2014.

CARVALHO, A. O.; NEVES, A. H. B.; TRONCO, K. M. Q. Propagação vegetativa de espécies florestais da Amazônia. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 83417-83430, 2020.

CARVALHO, N. S. *et al.* Percepção de gestantes quanto ao uso de plantas medicinais e fitoterápicos: Uma revisão integrativa da literatura. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 4, p. 9282-9298, 2020.

CAVALCANTE, C. A. **Estudo Etnobotânico sobre a contribuição do uso de plantas medicinais utilizadas no Sítio Frexeira Velha, do Município de pesqueira – PE**. V 6, ano 2020.

CHEEK, M., *et al.* 2020. **New scientific discoveries: Plants and fungi**. PPP 2: 371-388.

COSTA, M. C. C. D. **Uso popular e ações farmacológicas de *Plectranthus barbatus* Andr. (Lamiaceae): revisão dos trabalhos publicados de 1970 a 2003**. Revista Brasileira Planta Médica, Botucatu, vol.8, n.2, p.81-88. 2006.

COSTA, A. L. P.; JÚNIOR, A. C. S. Resistência bacteriana aos antibióticos e Saúde Pública : uma breve revisão de literatura. **Estação Científica**, v. 7, p. 45–57, 2017.

COUTINHO, L. M. **Aspectos do Cerrado**. 2008. Disponível em <http://eco.ib.usp.br/cerrado/aspectos_bioma.htm>.

DANIEL, T. F.; LOTT, E. J. *Justicia cuixmalensis*, a new species of Acanthaceae from West-Central Mexico. **Proceedings of the California Academy of Science**, v. 60, p. 19-22, 2009.

DOMINGOS, A. M. ; RODRIGUES, M. G. ; CARNEIRO, M. R. B. ; PEIXOTO, J. C. ; ROSSETO, LUCIMAR PINHEIRO . Avaliação Toxicológica de Óleo Essencial das Folhas de *Justicia pectoralis* Jacq. (Acanthaceae) em Cerrado Goiano. In: Reginaldo da Silva Sales. (Org.). Química ensino, conceitos e fundamentos. 1ed.Guarujá, SP: **Científica**, 2021, v. 1, p. 140-158.

FAITH, D. (2021) **Biodiversity**, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Edward N. Zalta (ed.), Spring Edition.

FALEIRO, F. V.; MACHADO, R. B.; LOYOLA, R. D. Defining spatial conservation priorities in the face of land-use and climate change. **Biological Conservation**, v. 158, p. 248–257, 2013.

FERREIRA, F. G. P. *et al.* Uso de plantas medicinais no Ceará: uma revisão da literatura de 2008 a 2018. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 5, p. 198-209, 2020.

GALUCIO, N. C. R. *et al.* Análise do perfil de segurança de medicamentos fitoterápicos no Brasil: revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, p. e159101320888-e159101320888, 2021.

GOELZER, A.; SILVA, O. B.; TORALES, E. P.; SANTOS, C. C.; VIEIRA, M. C. **Tipos de recipientes na propagação por estaquia de três espécies medicinais. In: A produção do Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais.** Ponta Grossa: Atena, 2019, p.157- 167.

GONÇALVES, R. N. *et al.* Os marcos legais das políticas públicas de plantas medicinais e fitoterápicos no Brasil. **Revista de APS**, v. 23, n. 3, 2020.

GUIJOR, A. K.; WRIGHT, G. D. Antimicrobial Resistance and Respiratory Infections. **CHEST**, p. 1–12, 2018.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES Jr, F. T.; GENEVE, R. L.; WILSON, S. E. **Plant propagation: principles and practices.** 9. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2018. 1024p.

HUSSAIN, M. A. *et al.* A Review on Antibiotic Resistance: Alarm Bells are Ringing. **Cureus**, v. 9, n. 6, 2017.

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

KOVALSKI, M. L.; OBARA, A.T. O estudo da etnobotânica das plantas medicinais na escola. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 4, p. 911-927, 2013.

LAMEIRA, O. A.; PINTO, J. E. B. P. **Plantas Medicinais: do cultivo, manipulação e uso à recomendação popular.** Editora EMBRAPA: Belém, 2008, p.19-26.

LEEGGANGERS, H. A. C. F. *et al.* Transfer of knowledge about flowering and vegetative propagation from model species to bulbous plants. **International Journal of Developmental Biology**, v. 57, n. 6-7-8, p. 611-620, 2013.

LI, Y. *et al.* The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 148, p. 80-89, 2020.

LIMA, A. R. S. **Desenvolvimento tecnológico de extratos padronizados em cumarinas das partes aéreas de *Justicia pectoralis* Jacq. (Acanthaceae).** Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas a Produtos para

Saúde) - Universidade Estadual de Goiás – Goiás. 2017.

LINHARES, J. H. **Avaliação da eficácia terapêutica do xarope composto por *Justicia pectoralis*, *Plectranthus amboinicus* e *Mentha arvensis* na asma.** 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado em Cirurgia) Faculdade de Medicina, Departamento de Cirurgia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

MAMATOVA, A. S. *et al.* Phytochemical composition of wormwood (*Artemisia gmelinii*) extracts in respect of their antimicrobial activity. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 19, n. 1, p. 1–8, 2019.

MANANDHAR, S. *et al.* In vitro antimicrobial activity of some medicinal plants against human pathogenic bacteria. **Journal of Tropical Medicine**, v. 2019, 2019.

MATOS, P. D. M. *et al.* Molecular Markers of Antimicrobial Resistance in Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. **Microbial Drug Resistance**, v. 00, n. 00, p. 1–7, 2016.

MBOSSO, E. J. T. *et al.* In vitro antimicrobial activity of extracts and compounds of some selected medicinal plants from Cameroon. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 128, n. 2, p. 476–481, 2010.

MENEZES FILHO, A. C. P.; OLIVEIRA FILHO, J. G.; CASTRO, C. F. S. Avaliações antioxidante e antifúngica dos óleos essenciais de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne e *Hymenaea courbaril* L. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 8, n. 2, p. 104-114, 2020a.

MENEZES FILHO, A. C. P. *et al.* Medicinal properties and conservation of *Pelargonium sidoides* DC. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 152, n. 2, p. 243-255, 2020b.

MESQUITA, M. O. M.; PINTO, T. M. F.; MOREIRA, R. F. **Potencial antimicrobiano de extratos e moléculas isolados de plantas da Caatinga: uma revisão.** Fundação Oswaldo Cruz. Farmanguinhos. Núcleo de Gestão em Biodiversidade, 2017.

NEMETH, J.; OESCH, G.; KUSTER, S. P. Bacteriostatic versus bactericidal antibiotics for patients with serious bacterial infections: Systematic review and meta-analysis. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 70, n. 2, p. 382–395, 2015.

NEWMAN, D. J.; CRAGG, G. M. Natural products as sources of new drugs from 1981 to 2014. **Journal of Natural Products**, v. 79, n. 3, p. 629-661, 2016.

NGUYEN, Q. H. *et al.* Characterization of endophytic *Streptomyces griseorubens* MPT42 and assessment of antimicrobial synergistic interactions of its extract and essential oil from host plant *Litsea cubeba*. **Antibiotics**, v. 8, n. 4, 2019.

NÓBREGA, J. S. *et al.* Avaliação do conhecimento Etnobotânico e popular sobre o uso de plantas medicinais junto a alunos de graduação. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 07-13, 2017.

OBOHO, E. G.; IYADI, J. N. Rooting potential of mature stem cuttings of some forest tree species for vegetative propagation. **Journal of Applied and Natural Science**, v. 5, n. 2, p. 442-446, 2013.

OKWU, M. U. *et al.* Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) and anti-MRSA activities of extracts of some medicinal plants: A brief review. **AIMS Microbiology**, v. 5, n. 2, p. 117–137, 2019.

OLIVEIRA, D. M.; PIETRAFESA, J. P.; BARBALHO, M. G. S. Manutenção da biodiversidade e o hotspots Cerrado. **Revista Caminhos de Geografia**. Instituto de Geografia – UFU, Programa de Pós-graduação em Geografia. v.9, n. 6, 2008.

OLIVEIRA, F. R. de. **Avaliação antifúngica, farmacognóstica e toxicológica sazonal de *Petveria alliacea* L. (Phytolaccaceae)**. 2012. 108 p. Dissertação (Mestre em Ciências Farmacêuticas)- Universidade Federal do Pará, Belém.

OLIVEIRA, O. F. V.; GONDIM, M. J. C. Plantas medicinais utilizadas pela população de Caldas Novas GO e o conhecimento popular sobre faveira *Dimorphandra mollis* Benth – Mimosoideae. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 1, p. 156-169, 2013.

OLIVEIRA, S. R. *Endopleura uchi* – A review about its nutritional compound, biological activities and production market//Regis Tribuzy de Oliveira year **2021**.

OLIVEIRA, L. M. N. *et al.* Chemical characterization, cytotoxicity, antimicrobial and antioxidant potential of *Justicia pectoralis* Jacq and *Croton jacobinensis* Baill extracts. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 59, p. e21224, 2023.

PEDROSO, R. S.; ANDRADE, G.; PIRES, R. H. Plantas medicinais: uma abordagem sobre o uso seguro e racional. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 31, 2021.

PEDROSA, M.W. *et al.* Orientações gerais para cultivo orgânico e hidropônico de plantas medicinais e aromáticas. **Informe Agropecuário**, v.31, p.57-67, 2010.

PEIXOTO, J.C.; SILVA, R.S.G. Acanthaceae do bioma Cerrado: identificação dos fitoquímicos das folhas da espécie *Justicia thunbergioides* (Lindau) Leonard (Acanthaceae) ocorrente no Parque Estadual Serra dos Pirineus, Pirenópolis, GO. **FRONTEIRAS Revista do Mestrado Multidisciplinar em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente**. v.2 n.1, p.17. Goiás, Centro Universitário de Anápolis UniEvangélica, 2013.

PEIXOTO, J. C. ; NEVES, B. J. ; VASCONCELOS, F. G. ; NAPOLITANO, H. B. ; BARBALHO, M. G. S. ; SILVA, S. D. E. ; ROSSETO, L. P. Flavonoids from Brazilian Cerrado: Biosynthesis, Chemical and Biological Profile. **MOLECULES**, v. 24, p. 2891, 2019.

PROFICE, S. R.; ANDREATA, R. H. P. Revisão taxonômica de *Aphelandra* R. Br. (Acanthaceae) de corola curto-bilabiada. **Pesquisas, Botânica**, n. 62, p. 7-70, 2011.

PROFICE, S. R.; KAMEYAMA, C.; CÔRTEZ, A. L. A.; BRAZ, D. M.; INDRIUNAS, 146 A.; VILAR, T.; PESSOA, C.; EZCURRA, C.; WASSHAUSEN, D. Acanthaceae in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015.

PROVENSI, L. R., **Estudo fitoquímico e atividade antioxidante de *Justicia thunbergioides* (Lindau) Leonard. (ACANTHACEAE)** – Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica, 2018. 164 p.; il.

PRUDENTE, R. C. C; MOURA, R. B. Evidências científicas para a indicação popular de algumas espécies da família Rutaceae no tratamento de doenças respiratórias na região Sudeste do Brasil. **Infarma-Ciências Farmacêuticas**, v. 25, n. 1, p. 24, 2013.

REYES-SILVA, J. A.; SALAZAR-CAMPOS, A.; RÍOS-CORTES, H. H. Metabolitos secundarios de las plantas (angiospermas) y algunos usos interesantes. **UNO Sapiens Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 1**, v. 2, n. 4, p. 16-18, 2020.

RESENDE, Fernando M. *et al.* Consequences of delaying actions for safeguarding ecosystem services in the Brazilian Cerrado. **Biological Conservation**, v. 234, p. 90-99, 2019.

REZENDE, F. M. *et al.* Vias de síntese de metabólitos secundários em plantas. **Laboratório de Ensino de Botânica**, v. 93, 2016.

RIZZO, J. Á.; MONTEIRO, M. S. R.; BITTENCOURT, C. Utilização de plantas medicinais em Goiânia. *In: Anais do Congresso Nacional de Botânica*. v. 36, Curitiba (PR). p. 614-671, 1990.

ROCHA J. G.; PEIXOTO J.C.; SANTOS T. L. **Bioprospecção no cerrado: fitoquímica foliar de *Justicia Nodicaulis* (Nees) Leonard (Acanthaceae) ocorrente em Cerrado goiano**. REVisA. 2019; 8(2): 198-205. Doi: <https://doi.org/10.36239/revisa.v8.n2.p198a205>.

RODRIGUES, M. G; **Flora do Cerrado Goiano: Estudo morfo-anatômico, prospecção fitoquímica, composição química e avaliação da atividade antibacteriana de partes constituintes de *Justicia pectoralis* Jacq. (ACANTHACEAE)**. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente) Centro Universitário de Anápolis UniEvangélica, GO. 2017.

ROSSETO, L. P.; VASCONCELOS, F. G.; NEVES, B. J. Estudo fitoquímico e avaliação da atividade anti-inflamatória e avaliação da atividade anti-inflamatória e toxicidade aguda da espécie vegetal *Justicia thunbergioides* (Lindau) (Acanthaceae). ANAIS SNCMA - ISSN: 2179-5193, v. 8 n. 1 (2017).

ROSSETO, L. P.; CARNEIRO, M. R. B.; SALLUM, L. O.; MARTINS, J. L. R.; PEIXOTO, J. C.; NAPOLITANO, H. B. Overview of the *Justicia* Genus: Insights into Its Chemical Diversity and Biological Potential. **MOLECULES**, v. 28, p. 1190, 2023.

SÁ-FILHO, G. F. *et al.* Plantas medicinais utilizadas na caatinga brasileira e o potencial terapêutico dos metabólitos secundários: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, p. e140101321096-e140101321096, 2021.

SARTIN, R. D. O gênero *Justicia* L. (Acanthaceae) no estado de Goiás. 2015. 135 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Universidade de São Paulo, USP, SP, 2015. SEM, T.; SAMANTA, S.K. Medicinal plants, human health and biodiversity: A broad review. **Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology**, v.147, n.59, 2015.

SANTOS-LIMA, T. M. *et al.* Plantas medicinais com ação antiparasitária: conhecimento tradicional na etnia Kantaruré, aldeia Baixa das Pedras, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 18, n. 1, supl. I, p. 240-247, 2016.

SEM, T.; SAMANTA, S.K. **Medicinal plants, human health and biodiversity: A broad review.** *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*, v.147, p.59-110, 2015.

SILVA, C. S. P; PROENÇA, C. E. B. Uso e disponibilidade de recursos medicinais no município de Ouro Verde de Goiás, GO, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 22, n. 2, p. 481-492, 2008.

SILVA, S. M. M. **Avaliação da atividade antimicrobiana de espécies vegetais do bioma Cerrado.** 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas), Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, UnB, Brasília, DF, 2013.

SILVA, R.S.G; PEIXOTO, J.C. Acanthaceae do bioma Cerrado: identificação dos fitoquímicos das folhas da espécie *Justicia thunbergioides* (Lindau) Leonard (Acanthaceae) ocorrente no parque estadual Serra dos Pirineus, Pirenópolis, GO. **FRONTEIRAS**, Anápolis, v. 2, n. 1, p.17, 2013.

SILVA, O. N. ; NEVES, B. J. ; ROSSETO, LUCIMAR PINHEIRO ; NAPOLITANO, H. B. ; BRITO, W. A. ; FAJEMIROYE, J. O. ; PINTO, E. M. H. ; PERJESI, P. ; MARTINS, J. L. R. . Starting Anti-COVID-19 Drug Discovery with Natural Products. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, v. 10, p. 241-270, 2021.

SINGH, P.; KHOSA, R. L.; MISHRA, G.; TAHSEEN, M. A. A phytopharmacological review on *Justicia picta* (Acanthaceae): A well known tropical folklore medicinal plant. **Journal of Coastal Life Medicine**, n. 3, v. 12, p. 1000-1002, 2015.

SOUZA, C. D; FELFILI, J. M. Uso de plantas medicinais na região de Alto Paraíso de Goiás, GO, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 20, n. 1, p. 135-142, 2006.

SOUZA, V. A; LIMA, D. C. S; VALE, C. R. Avaliação do conhecimento Etnobotânico de plantas medicinais pelos alunos de Ensino Médio da cidade de Inhumas, Goiás. **Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia**, v. 8, p. 13-30, 2015.

SPÉZIA, F. P. *et al.* Avaliação da atividade antibacteriana de plantas medicinais de uso popular: *Alternanthera brasiliana* (penicilina), *Plantago major* (tansagem), *Arctostaphylos uva-ursi* (uva-ursi) e *Phyllanthus niruri* (quebra-pedra). **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 11, p. 11-11, 2020.

STRASSBURG, B. B. N.; BROOKS, T.; FELTRAN-BARBIERI, R.; IRIBARREM, A.; CROUZEILLES, R.; LOYOLA, R.; LATAWIEC, A.E.; OLIVEIRA-FILHO, F.J.B.; SCARAMUZZA, C.A.M.; SCARANO, F.R.; SOARES-FILHO, B.; BALMFORD, A. Moment of truth for the Cerrado hotspot, **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 4, p. 1-3, 2017.

SUBRAMANI, R.; NARAYANASAMY, M.; FEUSSNER, K. D. Plant-derived antimicrobials to fight against multi-drug-resistant human pathogens. **3 Biotech**, v. 7, n. 3, p. 1-15, 2017.

TRANCOSO, R.; SANO, E. E.; MENESES, P. R. The spectral changes of deforestation in the Brazilian tropical savanna. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 187, p. 1-15, 2015.

TRIDENTE, R. D. **O uso de plantas medicinais na cidade de Porangatu, Estado de Goiás.** (Dissertação de mestrado), Universidade Federal de Goiás, 2002.

VARGEM, D. S. **Morfoanatomia, prospecção fitoquímica e caracterização do óleo essencial das folhas de *Justicia pectoralis* Jacq. (ACANTHACEAE) ocorrente em Brasília, DF.** Dissertação de mestrado, UniEvangélica, Anápolis, GO, 2015.

VIEIRA, A. C. M.; ANDRADE, S. R.; SEIXAS, I. M. V.; MEDEIROS, T. K. C.; CARNEIRO, L. S. M. Manual sobre uso racional de plantas medicinais. 1. ed., Rio de Janeiro: Cerceau, 2016. 175p.

VILAR, T. S. **Acanthaceae Juss. no Distrito Federal, Brasil**, 2009. 105 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Programa de Pós-Graduação em Botânica, Instituto de Biologia, Universidade de Brasília – UnB, Brasília, DF, 2009.

VILA-VERDE, G. M.; PAULA, J. R.; CARNEIRO, D. M. Levantamento Etnobotânico das plantas medicinais do Cerrado utilizadas pela população de Mossâmedes (GO). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 13, p. 64-66, 2003.

WASSHAUSEN, D. **Acanthaceae (Acanthus family)**. In: SMITH, N., MORI, S. A., HENDERSON, A., STEVENSON, D. W., HEALD, S. V. Flowering plants of the neotropics. p. 3- 7. Princeton University Press, The New York Botanical Garden, 2004.

ZUCCHI, M. R. *et al.* Levantamento Etnobotânico de plantas medicinais na cidade de Ipameri–GO. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 15, n. 2, p. 273-279, 2013.

CAPÍTULO 1

Revisão de literatura sobre a família *Acanthaceae* e o gênero *Justicia* no Brasil

1. INTRODUÇÃO

Os seres humanos têm transportado espécies vegetais ao redor do globo por séculos, sendo que as razões para a introdução de espécies em regiões onde não ocorriam anteriormente estão a agricultura, agrofloresta, silvicultura, forragem e horticultura (ZENNI, 2014). Como consequência, praticamente todos os ecossistemas do mundo atualmente abrigam espécies não nativas (VAN KLEUNEN *et al.*, 2015). Juntamente com outros impulsionadores da mudança ambiental global, ou seja, mudança climática e transformação do uso da terra, as introduções de espécies mediadas pelo homem são um dos fatores definidores do Antropoceno (LEWIS & MASLIN, 2015).

Uma pequena proporção das espécies introduzidas com assistência humana intencional ou acidental forma populações invasoras que ameaçam a biodiversidade, os serviços ecossistêmicos e a agricultura (PYSEK *et al.*, 2012). Algumas espécies invasoras são conhecidas por terem causado extinções de espécies, imensas perdas econômicas e perdas de importantes culturas em todo o mundo (SIMBERLOFF, 2013). Assim, é fundamental entender os padrões e condutores de naturalizações e invasões de espécies, a fim de prevenir e reduzir os impactos negativos causados por invasões biológicas (ARTAXO, 2020).

A biodiversidade é reconhecidamente fonte de muitos recursos às populações humanas ao redor do planeta, de acordo com as suas peculiaridades geolocalizadas (VAN KLEUNEN *et al.*, 2015). É entendida como a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, que diferem em importância, chegando a ocupar missão fundamental seja na cadeia alimentar, seja no fornecimento de matérias-primas e na produção de fármacos (SIMÕES *et al.*, 2017).

O Brasil possui de 15% a 20% da biodiversidade do planeta e, dessa forma, é considerado um dos países mais ricos em biodiversidade de espécies e ecossistemas. Essa riqueza está associada à extensão territorial, à cobertura de florestas tropicais e à diversidade geográfica e climática existentes (DUTRA *et al.*,

2020). O país possui o maior número de espécies endêmicas do mundo, a maior floresta tropical (Floresta Amazônica) e seis biomas bem definidos (Mata Atlântica, Cerrado, Amazônia, Caatinga, Pantanal e Pampa), dos quais, dois são *hotspots* (Cerrado e Mata Atlântica) (CB, 2004; GANEM & DRUMMOND, 2011). *Hotspots* de biodiversidade pode ser definido como uma área com alto número de espécies endêmicas e com elevada perda de habitat (SILVA *et al.*, 2021).

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, sendo superado em área apenas pela Amazônia. Além disso, ocupa 21% do território nacional e é considerado a última fronteira agrícola do planeta (SANO *et al.*, 2020). Apresenta uma ampla variedade de fatores bióticos, bem como de outros abióticos como solo, relevo e topografia, confere ao bioma elevada biodiversidade, sendo reconhecido como a savana mais rica do mundo (DUARTE & LEITE, 2020). Porém, o Cerrado vem sofrendo um acelerado processo de degradação ambiental devido ao crescimento das cidades e pela expansão da agricultura e da pecuária que são atividades de grande destaque na região (TRIGUEIRO *et al.*, 2020).

Dentre as espécies vegetais do Cerrado brasileiro, muitas são utilizadas por comunidades tradicionais de cada região, devido às importantes propriedades medicinais que possuem (LUIZ & STEINK, 2022). As espécies medicinais do Cerrado brasileiro já possuem alguns estudos científicos, deixando de ser parte somente da medicina tradicional de povos primitivos e passando a serem consideradas pela ciência como possibilidades de avanço em tratamentos de saúde para cura e alívio de enfermidades (RAMOS *et al.*, 2019).

A família Acanthaceae está entre as linhagens de plantas com flores mais diversificadas taxonomicamente no Cerrado, geograficamente difundidas e morfológicamente e ecologicamente variáveis (OLIVEIRA *et al.*, 2022). As espécies vegetais de Acanthaceae desempenham um papel fundamental para o tratamento de muitas doenças letais, por conter importantes metabólitos secundários como alcaloides, fenóis, terpenoides, taninos, quinonas, glicosídeos cardíacos, saponinas, carboidratos, flavonoides e proteínas que têm muitos usos terapêuticos.

Algumas espécies como *Adathoda beddomie*, *Neelagirianthisis Sp.*, *Justeaceae gendurusa*, *Neelagirianthisis hemitomie*, *Berleria priorities*, *Adathoda zylanica* and *Hemigraphis corolata* têm a capacidade de matar ou retardar o crescimento de muitos micróbios infecciosos, incluindo espécies perigosas de *Pseudomonas* (PRASAD, 2014). Assim, o objetivo desta revisão foi descrever a

família Acanthaceae e algumas espécies pertencentes ao gênero *Justicia*, com propriedades terapêuticas, tendo como destaque as espécies de *J. nodicaulis*, *J. pectoralis* e *J. thunbergioides*.

1.1 REVISÃO DE LITERATURA

A fitoterapia tem sido considerada um recurso promissor para os cuidados primários de saúde. Os medicamentos à base de plantas vêm contribuindo de forma revolucionária com o mercado terapêutico, gerando atualmente uma oscilação na tendência universal da medicina sintética para a fitoterápica (KHAN & AHMAD, 2019)

O Brasil é detentor de uma flora diversificada e extensa, com aproximadamente 40.000 mil espécies vegetais com grande potencial para o desenvolvimento de conhecimento e produtos (CARVALHO & CONTE-JUNIOR, 2021).

O Cerrado é um dos principais biomas do Brasil, devido à grande diversidade de sua flora, apresenta números crescentes de estudos relacionados aos componentes naturais das plantas ricas em propriedades bioativas (PATRIDGE *et al.*, 2016). Os terpenos, compostos fenólicos e alcaloides têm demonstrado alta capacidade de inibir o crescimento microbiano, o que tem favorecido o avanço da indústria farmacêutica para desenvolvimento de novos antimicrobianos (SRIVASTAY *et al.*, 2019; PRAKASH *et al.*, 2020).

As plantas produzem uma série de substâncias químicas no seu metabolismo. Algumas destas substâncias, conhecidas como princípios ativos, são capazes de provocar respostas biológicas, quando introduzidas no organismo animal, inclusive no homem. Tais princípios ativos possuem aplicação nas indústrias de cosméticos, farmacêuticas e de outros tipos de produtos (GADELHA *et al.*, 2013).

As plantas medicinais são espécies vegetais que produzem algum princípio ativo utilizado para o tratamento de doenças, fornecendo material para tratamentos fitoterápicos através de folhas, caules, flores, frutos, cascas, raízes entre outros (VEIGA *et al.*, 2005; KANZLER, 2013). O uso de plantas medicinais é regulamentado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), órgão do Ministério da Saúde, que publica resoluções que regulam quais, quando e como as chamadas “**drogas vegetais**” devem ser usadas (SILVA *et al.*, 2017).

A Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (RENISUS) foi criada em 2009 e reúne 71 plantas medicinais com potencial atividade terapêutica. A lista prioriza plantas nativas e tem a finalidade de orientar estudos e pesquisas na área de produtos fitoterápicos (RENISUS, 2019). Criada pelo Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos do Ministério da Saúde em 2009, um de seus objetivos é inserir, com segurança, eficácia e qualidade, plantas medicinais e produtos fitoterápicos no SUS. Além disso, a RENISUS visa a promoção e o reconhecimento das práticas populares e tradicionais do uso de plantas medicinais e remédios caseiros (RENISUS, 2019).

Dentre os vários estudos sobre a utilização medicinal de algumas espécies de plantas da família Acanthaceae, destacam-se os estudos relacionados ao gênero *Justicia*, e mais especificamente à espécie *Justicia pectoralis* Jacq., popularmente conhecida como chambá ou anador (VENÂNCIO *et al.*, 2011).

1.2 Família *Acanthaceae*

Acanthaceae é uma família de plantas pertencente à ordem Lamiales sendo um dos maiores grupos de angiospermas com enorme diversidade quanto a sua taxonomia, morfologia e de ampla distribuição geográfica, abrangendo cerca de 346 gêneros. O número estimado de espécies compreendidas por essa família varia, mas de acordo com listas feitas por pesquisadores modernos há uma estimativa de que existam entre 4.000 a 5.000 espécies conhecidas e desconhecidas do Velho Mundo (VM) e Novo Mundo (NM) (KHAN *et al.*, 2017; KIEL *et al.*, 2018; MANZITTO-TRIPP *et al.*, 2022; MATOS *et al.*, 2022).

É encontrada em vários biomas de climas tropicais e subtropicais em todo o mundo, tendo como principais centros de diversidade a Indo-Malásia, África, América Central e América do Sul, onde o México e Brasil se destacam como os habitats mais ricos em espécies de Acanthaceae (Mapa 1). É constituída essencialmente por ervas anuais e perenes, arbustos e trepadeiras, porém com a presença de algumas árvores de grande porte (CORTÊS & RAPINI, 2013; FONGOD *et al.*, 2013; KHAN *et al.*, 2017; MANZITTO-TRIPP *et al.*, 2022).

Mapa 1 – Distribuição geográfica mundial da família Acanthaceae (representação da vegetação global em verde; em amarelo e laranja estão as áreas de maior incidência da família).



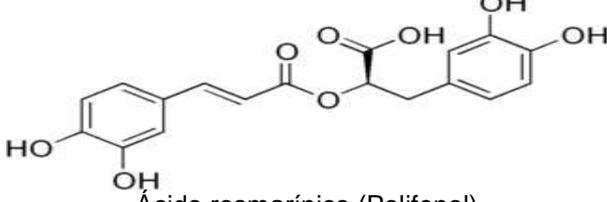
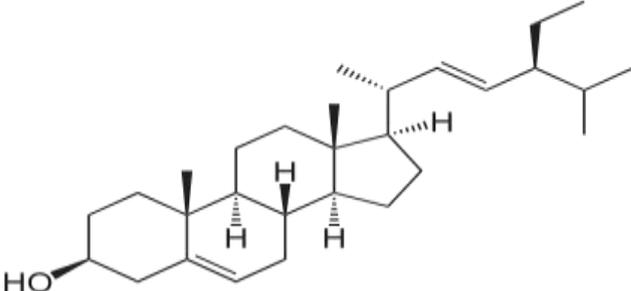
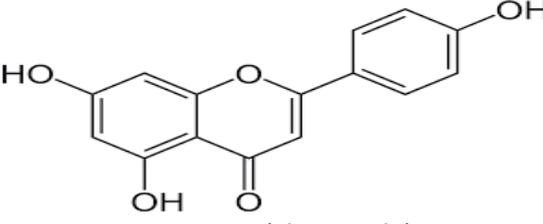
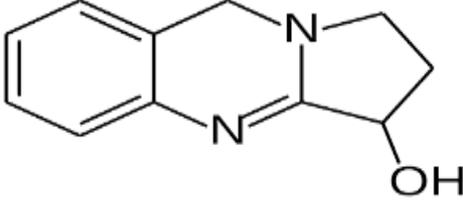
Fonte: Tropicos.org. Missouri Botanical Garden

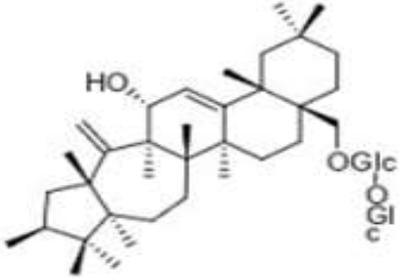
Alguns gêneros que compõem essa família são bastante conhecidos, exemplos como *Acanthus*, *Thunbergia*, *Ruspolia*, *Barleria*, *Ruellia* e *Justicia*, sendo suas espécies popularmente utilizadas como plantas ornamentais (KHAN *et al.*, 2017). No Brasil compreende cerca de 45 gêneros, 706 espécies e 9 variedades, as quais estão distribuídas nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste, sendo os gêneros mais proeminentes *Justicia Linnaeus*, *Ruellia Linnaeus* e *Aphelandra Brown*. A maioria dos representantes dessa família ocorre nos biomas Mata Atlântica e Cerrado (PROFICE *et al.*, 2015). No Distrito Federal ocorrem 52 espécies distribuídas em 10 gêneros. A flora das Acanthaceae para o estado de Goiás ainda não foi finalizada. Entretanto, em 29 levantamentos baseados em material de herbário, foi apontado a ocorrência de 48 espécies em 8 gêneros (VILLAR, 2009; SARTIN, 2015).

Espécies de Acanthaceae exercem uma função ecológica fundamental, isso porque diferentes tipos de polinizadores como abelhas, borboletas, mariposas e morcegos, necessitam de seu néctar e pólen para sobreviverem (KHAN *et al.*, 2017). Possuem enorme valor para animais servindo de alimento e para comunidades sendo utilizadas como medicamentos (KHAN *et al.*, 2017).

As espécies vegetais de Acanthaceae possuem papel importante como terapia de diversas doenças. Isso pode ser atribuído a presença de vários metabólitos secundários importantes como alcaloides, compostos fenólicos, terpenóides, taninos, quinonas, saponinas, flavonoides, glicosídeos cardíacos, carboidratos e proteínas com diferentes aplicações terapêutica (KHAN *et al.*, 2017). Além disso, também pode-se classificar as atividades constatadas na literatura, como atividade antibacteriana, antiviral, antioxidante, anti-inflamatória etc. (Quadro 1).

Quadro 1 - Espécies da família Acanthaceae, constituintes químicos e atividades biológicas.

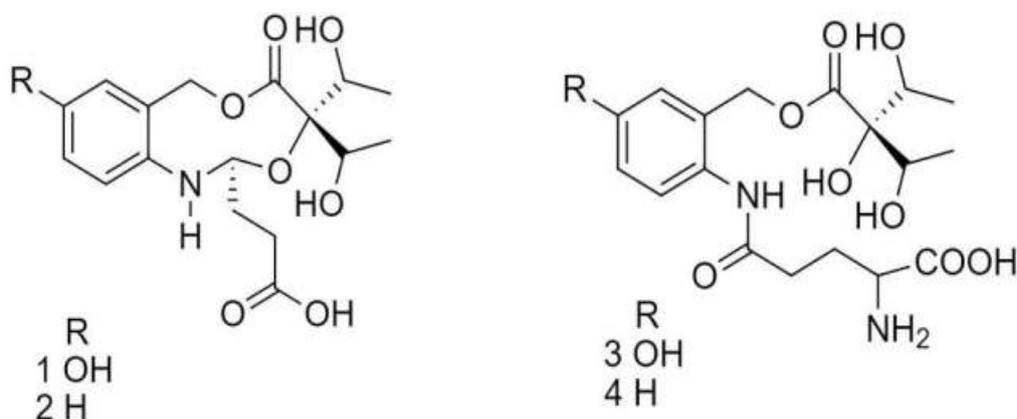
Espécies	Compostos isolados	Atividade biológica	Referência
<i>Thunbergia erecta</i>	 <p>Ácido rosmarínico (Polifenol)</p>	Anticolinesteras e Tratamento do Alzheimer	Refaey <i>et al.</i> (2021)
<i>Odontonema strictum</i>	 <p>Estigmasterol (Fitoesterol)</p>	Antioxidante	Pierre & Moses, (2015)
<i>Avicennia schaueriana</i>	 <p>Apigenina (Flavonoide)</p>	Antioxidante	Machado, (2022)
<i>Justicia adhatoda</i>	 <p>Vasicina (Alcaloide)</p>	Broncodilatador Anti-inflamatório	Corrêa & Alcântara, (2011)

<i>Justicia betonica</i>	 <p data-bbox="501 517 963 542">Justicioisideo E (Triterpeno glicosilado)</p>	Anti-inflamatório	Corrêa & Alcântara, (2011)
--------------------------	--	-------------------	----------------------------

FONTE: (KHAN *et al.*, 2017)

Estudos fitoquímicos envolvendo a família Acanthaceae mostraram que espécies do gênero *Justicia* possuíam como principais constituintes químicos triterpenoides, esteroides, flavonoides e compostos nitrogenados em sua composição (Figura 1). A partir disso, Souza *et al.* (2017) realizaram um estudo tendo como objeto a espécie *Justicia gendarussa*, em que por meio de técnicas espectrométricas como ressonância magnética nuclear (uni e bidimenssional) e espectrometria de massas isolaram e identificaram a presença de quatro novos alcaloides que foram denominados como Brazoides A-D (1-4) (Figura 2) (SOUZA *et al.*, 2017).

Figura 1 – Brazoides A-D (1-4) isolados a partir de *Justicia gendarussa*.



FONTE: (SOUZA *et al.* 2017)

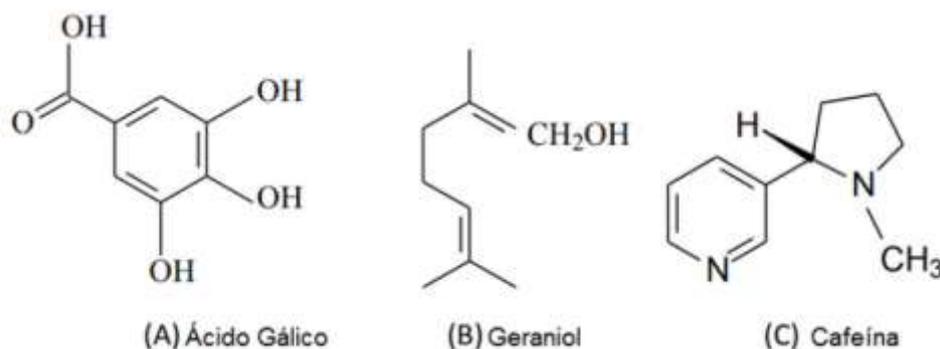
1.3 Triagem fitoquímica de *J. thunbergioides* e *J. pectoralis*

As células vegetais podem apresentar dois tipos de metabolismo o primário e o secundário. O metabolismo primário origina os metabólitos primários que são indispensáveis a vida celular (carboidratos, proteínas, aminoácidos e ácidos nucléicos), possuem baixa atividade biológica, ocorrem continuamente no vegetal, pois participam do processo de fotossíntese, de respiração e do transporte de solutos (CUNHA *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2018).

O segundo tipo de substâncias é composto pelos produtos do metabolismo secundário, ou seja, óleos essenciais, resinas, alcaloides, terpenoides, flavonoides, cardiotônicos, cumarinas, carotenoides, antraquinonas, saponinas, taninos. Estes produtos embora não essenciais para o organismo da planta, garantem vantagens para sua sobrevivência e para a perpetuação de sua espécie, em seu ecossistema, além disso, os seus efeitos terapêuticos são notáveis (SIMÕES, 2017).

Metabólitos secundários são divididos em três grandes grupos: alcaloides (compostos nitrogenados), compostos fenólicos e terpenos (Figura 2). Os compostos fenólicos são derivados do ácido chiquímico (formado por dois metabólitos da glicose, o fosfoenolpiruvato e a eritrose-4-fostato) ou ácido mevalônico. Os terpenos são formados a partir do ácido mevalônico (no citoplasma) ou do piruvato e 3-fosfoglicerato (no cloroplasto). Por fim, os alcaloides são derivados de aminoácidos aromáticos (triptofano, tirosina), os quais são derivados do ácido chiquímico e de aminoácidos alifáticos (ornitina, lisina) (LOPEZ, 2006; SIMÕES, 2017).

Figura 2 — Exemplo de substâncias conforme classificação dos metabólitos secundários.



Fonte: (SILVA *et al.*, 2018)

As plantas e os extrativos vegetais foram e continuam sendo de grande relevância, tendo em vista a utilização das substâncias ativas como protótipos para o desenvolvimento de fármacos e como fonte de matérias-primas farmacêuticas ou, ainda, de medicamentos elaborados exclusivamente à base de extratos vegetais como os medicamentos fitoterápicos (PEIXOTO *et al.*, 2013).

A fitoquímica estuda os produtos provenientes do metabolismo secundário, compreendendo as etapas de identificação, isolamento, purificação e elucidação

estrutural destes metabólitos. Este estudo, quando associado a ensaios específicos, permite identificar extratos e frações bioativas e caracterizar as substâncias presentes em uma determinada espécie (BRAZ FILHO, 2010).

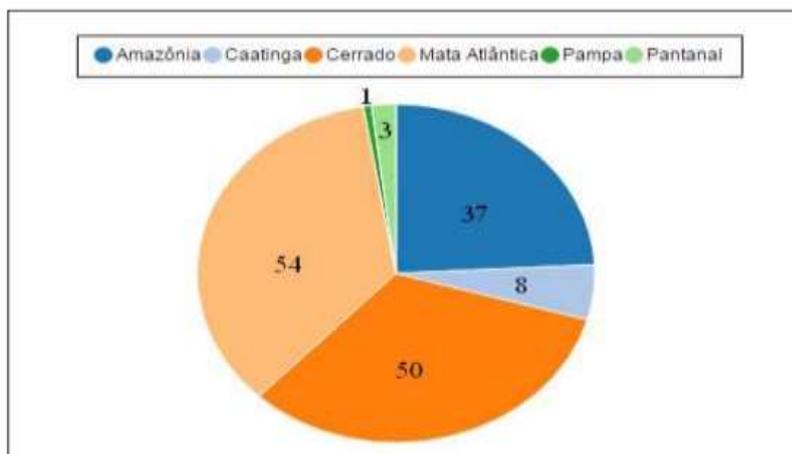
Provensi (2018) analisou a partir da prospecção fitoquímica realizada com as folhas de *J. thunbergioides* e *J. pectoralis* a presença de heterosídeos antraquinônicos, cumarinas, heterosídeos cardioativos (compostos terpênicos e esteroides), heterosídeos flavonoides (compostos fenólicos), alcalóides, taninos e saponinas.

1.4 Gênero *Justicia*

Justicia apresenta cerca de 900 espécies e distribuição pantropical, sendo considerado um dos gêneros mais amplos da família Acanthaceae (DANIEL & LOTT, 2009; SARTIN, 2015; PROFICE *et al.*, 2015). Ainda assim, não há estudos conclusivos para a flora brasileira do número de espécies existentes, entretanto, segundo Profice *et al.* (2013), na flora brasileira (Gráfico 1), o gênero conta com 126 espécies, sendo que dessas 70 são endêmicas (FLORA, 2020).

As espécies desse gênero são descritas como ervas, subarbustos, arbustos, lianas ou, mais raramente, árvores. As plantas são hermafroditas, apresentam normalmente folhas opostas, simples e sem estípulas. As flores são isoladas ou em inflorescências. As brácteas e bractéolas são muitas vezes coloridas e vistosas. O cálice é persistente no fruto (PROFICE *et al.*, 2015; SARTIN, 2015).

Gráfico 1 - Distribuição de espécies do gênero *Justicia* por domínio fitogeográfico.



FONTE: (FLORA, 2020)

O grande número de espécies e a diversidade floral em *Justicia* estão concentradas nos trópicos do novo mundo. As cores e a morfologia floral variada, incluindo o tamanho e a forma, bem como a estrutura da inflorescência são altamente diversas neste gênero (KIEL *et al.*, 2017). A principal importância econômica de *Justicia* está no cultivo para fins ornamentais (WASSHAUSEN & WOOD, 2004), outras espécies são de alto potencial medicinal como *Justicia pectoralis* Jacq. e *J. gendarussa* Burm. f., popularmente utilizadas em vários países da América do Sul e Central como analgésicas e anti-inflamatórias (OLIVEIRA & ANDRADE, 2000).

As espécies do gênero *Justicia* têm sido amplamente estudadas por apresentarem compostos cuja atividade biológica se manifesta em ação anti-inflamatória, antibacteriana, antifúngica, antiasmática, antitumoral, nefroprotetora, antidiabética, estrogênica, prostogênica, antidiarreica, antimutagênica, antioxidante, antidepressiva, ansiolítica dentre outras (CHEN *et al.*, 1996; LEAL *et al.*, 2000; DAY *et al.*, 2000; MECKES *et al.*, 2004; SANMUGAPRIYA *et al.*, 2005; SAWATZKY *et al.*, 2006; SRIDHAR *et al.*, 2006; PAVAL *et al.*, 2009; VERDAM, 2009; CORRÊA & ALCÂNTARA, 2012; JIN *et al.*, 2014; MOURA, 2016; GARCÍA-RÍOS *et al.*, 2019).

Tais ações farmacológicas ocorrem devido à presença dos metabólitos especiais (secundários) presentes nas espécies vegetais, que são substâncias de baixo peso molecular e notável atividade biológica (PEREIRA & CARDOSO, 2012).

Em trabalho de Lemes *et al.* (2016) foi registrado a ocorrência de espécies do gênero *Justicia* ocorrentes no Cerrado goiano a partir de pesquisas na base de dados de 31 herbários do “Species Link”. O trabalho resultou em 29 espécies citados em 61 municípios estado de Goiás, entre elas estão as espécies: *J. allocota*, *J. angustifolia*, *J. asclepiadea*, *J. boliviana*, *J. burchellii*, *J. chrysotrichoma*, *J. cydoniifolia*, *J. elegans*, *J. genistiformis*, *J. glaziovii*, *J. glischrantha*, *J. goianiensis*, *J. guttata*, *J. irwinii*, *J. laevilinguis*, *J. lanstyakii*, *J. lavandulaefolia*, *J. lythroides*, *J. matogrossensis*, *J. nodicaulis*, *J. oncodes*, *J. pectoralis*, *J. polygaloides*, *J. pycnophylla*, *J. riparia*, *J. sarothroides*, *J. sericographis*, *J. thunbergioides*, *J. tocantina*.

Diversos compostos foram isolados no gênero *Justicia* e alguns trabalhos com extratos utilizados pelas populações já foram testados. O quadro 2 reúne alguns trabalhos com atividades biológicas de metabólitos secundários isolados de espécie de *Justicia*.

Quadro 2 - Atividades biológicas de metabólitos secundários isolados de espécie de *Justicia*.

Espécies	Compostos	Parte do vegetal	Extrato	Atividades Biológicas	Referências
<i>J. cuminatissima</i> (Miq.) Bremek.	β -sitosterol glicosilado	Partes aéreas	Etanol	Anti-inflamatório	Corrêa <i>et al.</i> , 2014
<i>J. acuminatissima</i> (Miq.) Bremek.	Estigmasterol glicosilado	Partes aéreas	Etanol	Anti-inflamatório	Corrêa <i>et al.</i> , 2014
<i>J. gendarussa</i> Burm.	Fitol	Folhas	NI	Anti-inflamatório	Phantagare <i>et al.</i> , 2017
<i>J. gendarussa</i> Burm.	Apigenina	Raiz	Metanol	Anti-inflamatório	Kumar e outros, 2018
<i>J. gendarussa</i> Burm.	Naringenina	Folhas	Metanol	Citotóxico	Ayob; Samad; Bohari, 2013
<i>J. gendarussa</i> Burm.	Campferol	Folhas	Metanol	Citotóxico	Ayob; Samad; Bohari, 2013
<i>J. wynaadensis</i> B. Heyne	3,3',4'-Trihidroxiflavona	Folhas	Metanol	Antimicrobiano	Dsouza; Nanjaiah, 2018
<i>J. adhatoda</i> L.	Vasicolina	Folhas	Metanol	Antimicrobiano	Jha <i>et al.</i> , 2012
<i>J. adhatoda</i> L.	Vasicina	Folhas	Metanol e Hidroalcoólico	Antimicrobiano , antioxidante e anticancerígeno	Pa; Mateus, 2012; Kaur <i>et al.</i> , 2016
<i>J. gendarussa</i> Burm.	Etamina	Partes aéreas	Etanol	Antioxidante	Zhang <i>et al.</i> , 2020
<i>J. secunda</i> Vahl.	Secundalerona B	Folhas	Metanol	Antidiabético	Theiler <i>et al.</i> , 2016
<i>J. secunda</i> Vahl	Secundalerona C	Folhas	Metanol	Antidiabético	Theiler <i>et al.</i> , 2016
<i>J. secunda</i> Vahl	Ácido 2-cafeoiloxi-4-hidroxi-glutárico	Folhas	Metanol	Antidiabético	Theiler <i>et al.</i> , 2016
<i>J. spicigera</i> Schldl.	Kaempferitrina	Partes aéreas; Folhas	Etanol e aquoso	Antinociceptivo, citotóxico, antidiabético e anticonvulsivante	Cassani <i>et al.</i> , 2014; Ángeles-López <i>et al.</i> , 2021; Zapata-Morales <i>et al.</i> , 2016; Alonso-Castro <i>et al.</i> , 2012; Ortiz-Andrade <i>et al.</i> , 2012; González-Trujano <i>et al.</i> , 2017
<i>J. gendarussa</i> Burm.	Gendarussin A	Folhas	Etanol	Citotóxico	Prajogo <i>et al.</i> , 2015
<i>J. procumbens</i> L.	6'-hidroxil justicidina A	Planta inteira	Etanol	Citotóxico	Jin <i>et al.</i> , 2014
<i>J. procumbens</i> L.	6'-hidroxil justicidina B	Planta inteira	Etanol	Citotóxico	Jin <i>et al.</i> , 2014
<i>J. procumbens</i> L.	6'-hidroxil justicidina C	NI	Etanol	Citotóxico	Luo; Kong; Yang, 2014
<i>J. procumbens</i> L.	Justicidina A	Partes aéreas; NI	Metanol e etanol	Citotóxico, farmacocinético, antiinflamatório e antialérgico	Won <i>et al.</i> , 2014; Youm <i>et al.</i> , 2017; Youm <i>et al.</i> , 2018; Wang <i>et al.</i> , 2015
<i>J. procumbens</i> L.	Éter metílico de chinensinaftol	NI	Etanol	Citotóxico	Luo <i>et al.</i> , 2014
<i>J. procumbens</i> L.	Éter metílico E de	NI	Etanol	Citotóxico	Luo <i>et al.</i> , 2014

	Taiwan				
<i>J. procumbens</i> L.	Paclitaxel	NI	Etanol	Citotóxico	Luo <i>et al.</i> , 2014
<i>J. procumbens</i> L.	Podofilotoxina	NI	Etanol	Citotóxico	Luo <i>et al.</i> , 2014
<i>J. procumbens</i> L.	Justicidina B	NI; Partes aéreas	Etanol	Farmacocinética, antiinflamatória e antialérgica	Luo <i>et al.</i> , 2014; Luo <i>et al.</i> , 2016; Youm <i>et al.</i> , 2017; Youm <i>et al.</i> , 2018
<i>J. procumbens</i> L.	Justicidina C	NI; Partes aéreas	Etanol	Antiinflamatório e citotóxico	Youm <i>et al.</i> , 2017; Luo; Kong; Yang, 2014
<i>J. procumbens</i> L.	Filamiricina C	Partes aéreas	Etanol	Anti-inflamatório	Youm <i>et al.</i> , 2017
<i>J. procumbens</i> L.	Pronaftalida A	Planta inteira	Etanol	Citotóxico	Jin <i>et al.</i> , 2014
<i>J. procumbens</i> L.	Procumbenósido J	Planta inteira	Etanol	Citotóxico	Jin <i>et al.</i> , 2014
<i>J. procumbens</i> L.	Tuberculatina	Planta inteira	Etanol	Citotóxico	Jin <i>et al.</i> , 2014
<i>J. procumbens</i> L.	Difilina	Planta inteira	Etanol	Citotóxico	Jin <i>et al.</i> , 2014; Lv <i>et al.</i> , 2021
<i>J. procumbens</i> L.	Procumbenósido H	Planta inteira	Etanol	Citotóxico	Jin <i>et al.</i> , 2015
<i>J. gendarussa</i> Burm.	(+)-pinoresinol	Partes aéreas	Etanol	Antioxidante	Zhang <i>et al.</i> , 2020
<i>J. gendarussa</i> Burm.	2'-metoxi-4"-hidroxidimetoxikobusina	Partes aéreas	Etanol	Anti-inflamatório	Zhang <i>et al.</i> , 2020
<i>J. gendarussa</i> Burm.	Brazoide A	Partes aéreas	Etanol	Anti-inflamatório	Zhang <i>et al.</i> , 2020
<i>J. gendarussa</i> Burm.	Justiprocumina A	Tronco	Metanol	Citotóxico	Zhang <i>et al.</i> , 2020
<i>J. gendarussa</i> Burm.	Justiprocumina B	Tronco	Metanol	Citotóxico	Zhang <i>et al.</i> , 2020
<i>J. gendarussa</i> Burm.	Patentiflorina A	Caule e raiz	Metanol	Citotóxico	Zhang <i>et al.</i> , 2020
<i>J. simplex</i> D.Don.	Éster triacontanóico de 5-hidroxijustisolina	Partes aéreas	éter de petróleo	Citotóxico	Joseph e outros, 2017
<i>J. insularis</i> T. Anderson	16(α/β)-hidroxicleroda-3,13 (14)Z-dien-15,16-olida	Folhas	Metanol	Citotóxico	Fadayomi <i>et al.</i> , 2021
<i>J. insularis</i> T. Anderson	Ácido 16-oxocleroda-3,13(14)E-dien-15-óico	Folhas	Metanol	Citotóxico	Fadayomi <i>et al.</i> , 2021
<i>J. procumbens</i> L.	Justicianene D	Planta inteira	Etanol	Citotóxico	Lv <i>et al.</i> , 2021
<i>J. spicigera</i> Schtdl.	2-N-(p-coumaroil)-3H - fenoxazina-3-ona	Partes aéreas	Acetato de etila	Inibidor enzimático	Pérez-Vásquez <i>et al.</i> , 2022
<i>J. spicigera</i> Schtdl.	3"- O -acetil-kaempferitrina	Partes aéreas	Acetato de etila	Inibidor enzimático	Pérez-Vásquez <i>et al.</i> , 2022
<i>J. spicigera</i> Schtdl.	kaempferol 7-O- α -L-ramnopiranosídeo	Partes aéreas	Acetato de etila	Inibidor enzimático	Pérez-Vásquez <i>et al.</i> , 2022

<i>J. spicigera</i> Schtdl.	Perisbivalvina B	Partes aéreas	Acetato de etila	Inibidor enzimático	Pérez-Vásquez <i>et al.</i> , 2022
<i>J. spicigera</i> Schtdl.	2,5-dimetoxi-p-benzoquinona	Partes aéreas	Acetato de etila	Inibidor enzimático	Pérez-Vásquez <i>et al.</i> , 2022
<i>Justicia thunbergioides</i> (Lindau) Leonard	2,2-difenil-picrilhidrazila	Folhas	Metanol	Antioxidante	Provensi, 2018

*NI – Não Identificado.

Várias espécies de *Justicia* têm sido utilizadas de diversas maneiras para tratar uma variedade de doenças por vários povos tribais. Com base no fortes evidências de atividades biológicas de compostos fenólicos, o estudo foi focado na determinação de fenólicos totais e flavonoides em diferentes partes de espécies selecionadas de *Justicia*, como *J. adhatoda*, *J. beddomei*, *J. betonica*, *J. gendarussa*, *J. montana* e *J. wynaadensis*. Além disso, outros estudos, têm relatado atividades biológicas em outras espécies do mesmo gênero.

Em algumas espécies do gênero *Justicia* foram identificados metabólitos secundários indicando potencial anti-inflamatório, como é o caso de *Justicia picta* L., onde foram encontrados flavonoides com tal atividade (SINGH *et al.*, 2015). Para *J. acuminatissima*, usada popularmente por suas propriedades anti-inflamatórias, foi descrito em perfil fitoquímico a presença de cumarinas, esteroides, saponinas, taninos condensados e catequinas (VERDAM, 2009).

Justicia simplex apresenta promissora atividade anticancerígena, devido à ação citotóxica e antitumoral comprovada pelo estudo de seu extrato em éter de petróleo, sendo que o éster triacontanóico de 5'-hidroxi-justisolina foi o composto isolado e identificado de seu extrato e provável responsável pela ação citotóxica (JOSEPH *et al.*, 2017). *Justicia secunda* Vahl foi avaliada quanto a seus efeitos antidiabéticos, devido aos relatos de uso tradicional para esta finalidade. Foram avaliados o extrato bruto, extrato metanólico e frações e houve comprovação de que tais extratos apresentam potencial inibidor da α -glucosidase confirmando seu efeito observado em uso popular (THEILER *et al.*, 2016).

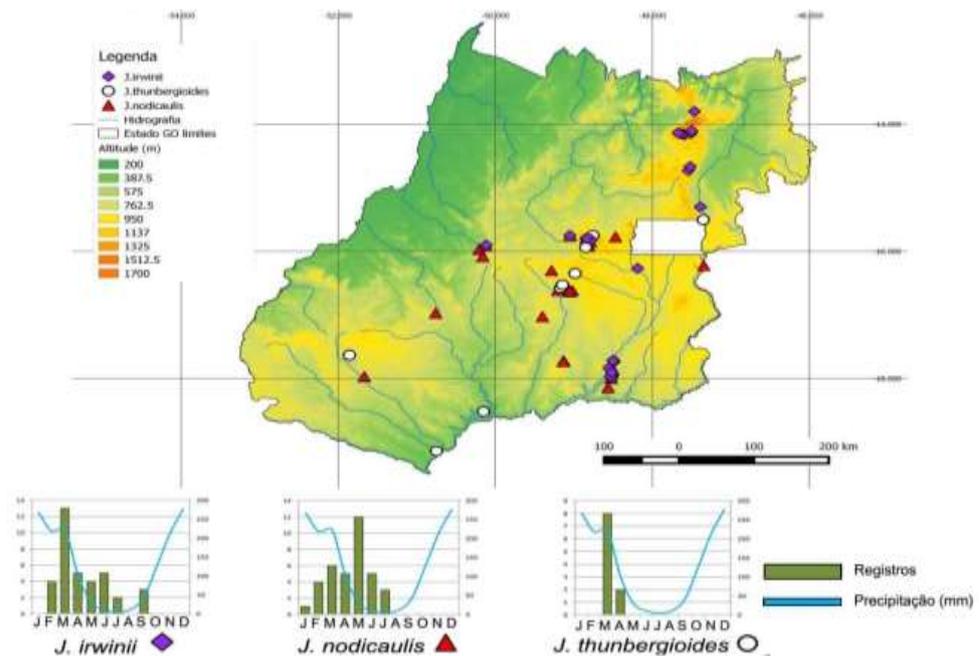
Quanto aos óleos essenciais de *J. pectoralis*, foi verificada a ação antimicrobiana sobre as espécies *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis* (DOMINGUES, 2018), *Acinetobacter baumannii* e *Klebsiella pneumoniae*, além de demonstrar ação inibitória sobre a secreção de interferon- γ (NUNES, 2018). *Justicia pectoralis* possui atividade antiasmática, comprovada por sua ação anti-inflamatória, anti-histamínica e capacidade de promover o relaxamento dos músculos da traqueia

avaliadas no extrato aquoso de suas folhas (CAMERON *et al.*, 2015). Tanto em extrato aquoso quanto em extrato orgânico (acetona: água) das folhas de *J. pectoralis*, os componentes majoritários são as cumarinas e o ácido elágico (NUNES *et al.*, 2018).

1.5 *Justicia nodicaulis*

Justicia nodicaulis ocorre na Bolívia e Brasil (WASSHAUSSEN & WOOD, 2004), encontrada em Mato Grosso, Goiás (Mapa 2), Distrito Federal e Minas Gerais, em florestas estacionais semidecíduais (PROFICE *et al.*, 2015). Em Goiás os registros são especialmente concentrados na porção sul do estado, sendo os registros mais ao norte os da Serra dos Pireneus. Foi encontrada com flores entre janeiro e julho, com uma maior concentração de registros no mês de maio.

Mapa 2 – Mapa da distribuição geográfica e gráficos fenológicos de *Justicia irwinii*, *Justicia nodicaulis* e *Justicia thunbergioides*.



FONTE: Sartin, 2015

De acordo com Sartin (2015), essa espécie pode ser reconhecida principalmente pelas inflorescências com brácteas espatuladas e corolas vermelhas com base do tubo curta. Sua distinção é muito simples quando as corolas estão presentes, uma vez que não há outras espécies com brácteas espatuladas e corolas

vermelhas na área. Contudo, é bastante semelhante com *J. irwinii*, compartilhando morfologia similar das brácteas, cálice e frequentemente, folhas, podendo na maior parte das vezes ser distinta por *J. irwinii* apresentar corolas roxas e caule e folhas com indumento pubescente (Figura 3).

Figura 3 – Membros da família Acanthaceae: A) *Justicia nodicaulis*; B) *Justicia irwinii*.



FONTE: Própria autora, 2022

FONTE: Mauricio Mercadante, 2013

A espécie de *Justicia nodicaulis* (Figura 4), pode ser descrita como arbustos eretos, caule cilindro, com distribuições acima dos nós, frequentemente seguidas de dilatações, glabro. As folhas são pencioladas, elípticas a raramente oblanceoladas, base atenuada ou raro aguda, decorrente, ápice atenuado a raro agudo, glabra em ambas as faces, margem inteira. Espigas terminais e/ou axilares simples, não secundifloras. Bráctea séssil, espatulada, base séssil, ápice arredondado ligeiramente cuspidado, glabra em ambas as faces (SARTIN, 2015).

Figura 4 – Morfologia da espécie de *Justicia nodicaulis* – A)



FONTE: Própria autora, 2022

Essa espécie possui cálice laciniado; lacínios iguais, comumente fusionados em preflorescência, verdes ou mais frequentemente com margens avermelhadas, triangulares a lanceolados, ápice atenuado, glabros em ambas as faces. Corola vermelha, sem máculas, bibolado, lobos muito reduzidos. Estames inseridos no quarto inferior da corola, conectivo estreito. Estilete com estigma bibolado

subcapitado. Cápsulas clavadas, constrictas na metade basal, porção dilatada bastante alargada; sementes esféricas (SARTIN, 2015).

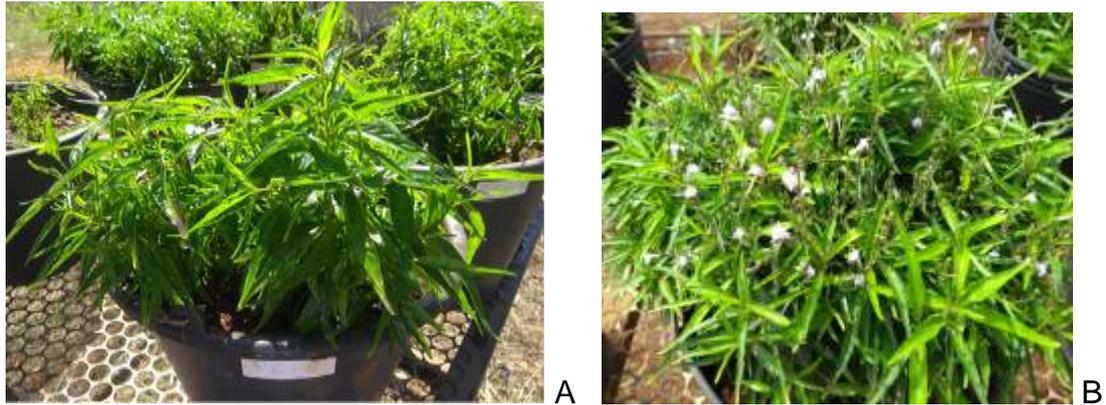
Em análises realizadas para a identificação dos metabólitos secundários de *J. nodicaulis*, foi identificado, a presença de heterosídeos antraquinônicos, cardioativos e saponínicos, flavonoides, taninos e cumarinas, possibilitando assim, a descrição morfológica e o levantamento da composição química e do rendimento do óleo essencial das estruturas coletadas da espécie (PEIXOTO *et al.*, 2023).

1.6 *Justicia pectoralis*

Na perspectiva de um tratamento natural e com boa aceitação popular, uma espécie de planta medicinal que possui grande expressividade é *Justicia pectoralis* Jacq. (Acanthaceae), uma planta utilizada em vários países devido ao seu potencial terapêutico frente a algumas infecções (LEAL *et al.*, 2017; MOURA *et al.*, 2017). Essa planta é uma erva medicinal conhecida no Brasil popularmente como "chambá", "anador" ou "trevo-cumaru" pertencente à família Acanthaceae, está distribuída em regiões tropicais da América Latina podendo atingir 15 a 30 cm de altura.

Justicia pectoralis Jacq., (Figura 5) é caracterizada morfológicamente pela presença de caules reptantes de coloração esverdeada, folhas opostas, flores com inflorescência terminais e frutos que apresentam facilidade de se multiplicar por estacas ou ramos proporcionando uma fácil propagação da espécie (AOYAMA & INDRIUNAS, 2015; MARCOS *et al.*, 2006; VENÂNCIO *et al.*, 2011; VENEGAS-CASANOVA *et al.*, 2018).

Figura 5 - *Justicia pectoralis* Jacq. (Acanthaceae) – A) Aspecto geral da planta; B) Aspecto geral da planta com inflorescências.



Fonte: Própria autora, 2022.

Essa espécie é uma erva medicinal com uma longa história de uso tradicional em vários países da América Central e Sul bastante utilizada para diferentes fins terapêuticos. Esse vegetal vem sendo empregado como um fitofármaco tornando-se uma alternativa medicamentosa mais saudável e com menos efeitos colaterais em diversas enfermidades na América (MOURA *et al.*, 2017; ROCKENBACH *et al.*, 2018).

No Nordeste do Brasil, o xarope de chambá é bastante utilizado no tratamento de asma, tosse e bronquite e por isso, é uma planta útil para o tratamento de doenças respiratórias. Esse xarope é largamente produzido e distribuído pelo programa público de fitoterapia denominado Farmácias Vivas, visando o cultivo e distribuição de plantas medicinais, com possibilidade de desenvolvimento de medicamentos fitoterápicos para o uso do Sistema Único de Saúde (LEAL *et al.*, 2017; MOURA *et al.*, 2017).

Adicionalmente, *Justicia pectoralis* Jacq. (Acanthaceae) apresenta outros potenciais farmacológicos, com ações anti-inflamatórias, analgésicas e broncodiladoras, anti-histamínicas e, a ação conjunta das principais substâncias dessa espécie, justifica o uso desse vegetal no alívio dos sintomas decorrentes de infecções do trato respiratório, como tosse, dores de cabeça, febre, bronquite e asma (CAMERON *et al.*, 2015; MPIANA & KITADI, 2019; RODRÍGUEZ *et al.*, 2013).

Análise fitoquímica preliminar realizada com o extrato de folhas de *J. pectoralis* através de reações gerais de identificação ou cromatografia em camada delgada, revelaram além da presença de cumarinas e alcaloides, flavonoides,

esteroides e triterpenoides (LEAL *et al.*, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2000b; ARAÚJO *et al.*, 2014; LEAL *et al.*, 2017).

A presença de cumarinas em *J. pectoralis* já foi referida por vários autores, sendo estas os principais constituintes desta espécie, sugerindo serem tais substâncias as principais responsáveis pela sua atividade fitoterápica (OLIVEIRA *et al.*, 2000b; FONSECA *et al.*, 2010).

Em estudo realizado por Ruzza e colaboradores (2014) relatou que moradores do município de Alta Floresta localizado no estado do Mato Grosso do Sul utilizam o chá das folhas de *Justicia pectoralis* para o tratamento da gripe (RUZZA *et al.*, 2014).

Rodrigues (2017) constatou que o óleo essencial obtido das partes aéreas de *J. pectoralis* apresenta potencial ação antibacteriana, uma vez que, apesar de uma cepa de *Escherichia coli* ter demonstrado resistência (baixa susceptibilidade), o óleo apresentou fraca ação antibacteriana sobre *Pseudomonas aeruginosa* e moderada atividade antibacteriana sobre as cepas de *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus epidermidis*.

Recentemente, estudos realizados por Guimarães e colaboradores (2020) avaliaram a atividade antimicrobiana do extrato aquoso de *Justicia pectoralis* em microcápsulas e observaram que na concentração de 5 a 200 mg/mL houve atividade contra às cepas de *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritidis* e *Escherichia coli* (GUIMARÃES *et al.*, 2020).

1.7 *Justicia thunbergioides*

Justicia thunbergioides (Lindau) Leonard pertence ao gênero *Justicia* Linnaes e possui distribuição no bioma Cerrado. É encontrada na Bolívia, norte da Argentina e no Brasil. No Brasil, encontra-se distribuída nos Estados de Alagoas, Bahia, Pernambuco, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Paraíba (SOUSA *et al.*; 2016).

Essa espécie possui como principais características folhas opostas, simples, lanceoladas e margens onduladas, subtendidas por uma bráctea grande e foliácea

com as nervuras bem-marcadas, apresenta flores isoladas e pedunculadas, envoltas por duas brácteas e duas bractéolas (Figura 6). A corola possui o ápice do lábio superior reflexo e, em algumas populações, as brácteas são arroxeadas, cápsulas 15-20x 5-7 mm, glabras. Cresce preferencialmente em florestas secas em baixas altitudes em áreas de calcário e sua floração é observada no verão ao outono e frutificação do final do outono e no inverno (VILAR, 2009; PEIXOTO, 2013; SARTIN, 2015; SOUSA *et al.*, 2016).

A partir da prospecção fitoquímica realizada com as folhas de *J. thunbergioides* foram analisadas a presença de heterosídeos antraquinônicos, cumarinas, heterosídeos cardioativos (compostos terpênicos e esteroides), heterosídeos flavonoides (compostos fenólicos), alcalóides, taninos e saponinas (PROVENSI, 2018). Na avaliação da atividade antioxidante frente ao 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) extrato metanólico de *J. thunbergioides* apresentou forte ação antioxidante, inibindo o radical DPPH (0,5 mmol/mL) em cerca de 75% na concentração de 12 µg/mL e IC₅₀ de 3,2 µg/mL, apresentando potente atividade antioxidante (AAI > 2).

Figura 6 - *Justicia thunbergioides* (Lindau) Leonard – A) Aspecto geral da planta; B) Cápsula.



2. CONCLUSÕES

A família Acanthaceae tem sido alvo de estudos farmacológicos para identificar compostos bioativos com potencial terapêutico especialmente no Brasil. Isso levou à descoberta de compostos como alcaloides, flavonoides, taninos e outros que possuem atividades farmacológicas relevantes. As propriedades terapêuticas das plantas podem variar dependendo da espécie, da parte da planta usada e da preparação. O gênero *Justicia* é apenas um dos muitos gêneros dentro da família Acanthaceae, que abriga uma grande variedade de plantas com diferentes características e usos terapêuticos.

Embora o gênero *Justicia* contenha poucas espécies que foram química e biologicamente estudados, uma ampla gama de aplicações biológicas foi observado. Lignanans são os principais componentes dos extratos ativos das espécies de *Justicia*, exibindo propriedades farmacológicas importantes, como atividades antivirais, antitumorais, anti-inflamatórias e antiagregantes plaquetárias, que justificam exploração adicional.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAM, A. *et al.* *Clinacanthus nutans*: A review of the medicinal uses, pharmacology and phytochemistry. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 9, n. 4, p. 402-409, 2016.

ALONSO-CASTRO, AJ; ORTIZ-SÁNCHEZ, E.; DOMÍNGUEZ, F.; ARANA-ARGÁEZ, V.; JUÁREZ-VÁZQUEZ, MDC; CHÁVEZ, M.; CARRANZA-ÁLVAREZ, C.; GASPAR-RAMÍREZ, O.; ESPINOSA-REYES, G.; LÓPEZ-TOLEDO, G.; e outros. Efeitos antitumorais e imunomoduladores de *Justicia spicigera* Schltl (Acanthaceae). *J. Etnofarmacol.* **2012** , 141 , 888–894. [Google Scholar] [rossRef]

ALELUIA, C., PROCÓPIO, V., OLIVEIRA, M., FURTADO, P. G., GIOVANNINI, J. F., & MENDONÇA, S. M. (2017). **Fitoterápicos na Odontologia**. *Rev Odontol Univ Cid São Paulo*, 27(2), 126-134.

ALONSO-CASTRO, A. J., ORTIZ-SÁNCHEZ, E., DOMÍNGUEZ, F., ARANA-ARGÁEZ, V., del CARMEN JUÁREZ-VÁZQUEZ, M., CHÁVEZ, M., & GARCÍA-CARRANCA, A. (2012). **Antitumorand immunomodulatory effects of Justicia spicigeraSchltl (Acanthaceae)**. *Journal of ethnopharmacology*, 141(3), 888-894.

ÁNGELES-LÓPEZ, GE; GONZÁLEZ-TRUJANO, ME; RODRÍGUEZ, R.; DÉCIGA-CAMPOS, M.; BRINDIS, F.; VENTURA-MARTÍNEZ, R. Atividade Gastrointestinal de *Justicia spicigera* Schltl. em Modelos Experimentais. *Nat. Prod. Res.* **2021**, 35, 1847–1851. [Google Scholar] [CrossRef]

ANGONESE, M. T.; MOREIRA, D. L.; KAPLAN, M. A. C. **Perfil químico da família Acanthaceae**. *Bol Mus Biol Mello Leitão*, v. 1, p. 3-6, 1992.

ANTONIO, G. D. *et al.* Fitoterapia na atenção primária à saúde. **Revista de Saúde Pública**, v. 48, n. 3, p. 541-553, 2014.

AOYAMA, E. M., & INDRIUNAS, A. (2015). **Micromorfologia e anatomia foliar de duas espécies de Justicia L.** (Acanthaceae) de uso medicinal - Micromorphology and leaf anatomy of two species of *Justicia* L. (Acanthaceae) that have medicinal use. *Revista de Biologia Neotropical*, 11(2), 97.

ARAÚJO, L. L. N.; FARIA, M. J. M.; SAFADI, G. M. V. V. S. Prospecção fitoquímica da espécie *Justicia pectoralis* Jacq. var. *stenophylla* Leonard pertencente à família Acanthaceae. **Revista Eletrônica de Ciências Humanas, Saúde e Tecnologia**, v. 3, n. 2, 2014.

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

AWAN, A. J. *et al.* Family Acanthaceae and genus Aphelandra: ethnopharmacological and phytochemical review. **International Journal Pharmacy of Pharmaceutical Sciences**, v. 10, n. 6, p. 44-55, 2014.

AYOB, Z.; SAMAD, AA; BOHARI, SPM Atividades de citotoxicidade em extratos brutos de *Justicia gendarussa* local contra linhas celulares de câncer humano. *J. Teknol.* **2013** , 64 , 45–52. [Google Scholar] [CrossRef] [Versão Verde]

BEZERRA, D. P. MARINHO FILHO, J. D, ALVES, A. P, PESSOA, C, MORAES M. O.; PESSOA O. D.; TORRES, M. C.; SILVEIRA, E. R.; VIANA, F. A.; COSTA LOTUFO, L. V. **Antitumor activity of the essential oil from the leaves of *Croton regelianus* and its component ascaridole**. *Chemistry & Biodiversity*, v. 6, n. 8, p. 1224-1231, 2009.

BRASIL, Presidência da República. **Decreto 5813 de 22 de junho de 2006 – Aprova a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos e dá outras providências**. Brasília, DF, 2006.

BRASIL. Ministério da saúde. Departamento de assistência farmacêutica. **Política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos/Ministério da Saúde**. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de assistência farmacêutica – Brasília: Ministério da Saúde. p. 60 (Série A Textos básicos de saúde), 2009a.

BRASIL. Ministério da saúde. Departamento de assistência farmacêutica. **Política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos/Ministério da Saúde**. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de assistência farmacêutica – Brasília: Ministério da Saúde, p.136 (Serie B, Textos básicos de saúde), 2009b.

BRAZ, D. M. **Revisão taxonômica de *Staurogyne* Wall. (Acanthaceae) nos neotrópicos**. 2005. 228 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro.

BRAZ FILHO, R. Contribuição da fitoquímica para o desenvolvimento de um país emergente. **Química Nova**, v. 33, n. 1, p. 229-239, 2010.

BRUNING, M. C. R.; MOSEGUI, G. B. G.; VIANNA, C. M. M. A utilização da fitoterapia e de plantas medicinais em unidades básicas de saúde nos municípios de Cascavel e Foz do Iguaçu - Paraná: a visão dos profissionais de saúde. **Ciência Saúde Coletiva**, v. 17, n. 10, p. 2675-2685, 2012.

CASSANI, J.; DORANTES-BARRÓN, AM; NOVALES, LM; REAL, GA; ESTRADA-REYES, R. Efeito antidepressivo da kaempferitrina isolada de *Justicia spicigera* Schldl (Acanthaceae) em dois modelos de comportamento em ratos: evidências do envolvimento do sistema serotoninérgico. *Moléculas* **2014**, 19, 21442–21461. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed] [Versão Verde]

CAMERON, C., JACOB, A. S., THOMAS, E. A., & LEVY, A. S. (2015). Preliminary Investigations of the Anti-asthmatic Properties of the Aqueous Extract of *Justicia pectoralis* (Fresh Cut). **The West Indian Medical Journal**, 64(4), 320–324.

CARNEIRO, F. M. *et al.* Tendências dos estudos com plantas medicinais no Brasil. **Revista Sapiência: sociedade, saberes e práticas educacionais**, v. 3, n. 2, p. 44-75, 2014.

CARVALHO, A. P. A., & CONTE-JUNIOR, C. A. (2021). Health benefits of phytochemicals from Brazilian native foods and plants: **Antioxidant, antimicrobial,**

anticancer, and risk factors of metabolic/endocrine disorders control, Trends in Food Science & Technology, 11(1), 534-548.

CB (Conservation Biology). Princípios da Biologia da Conservação: Diretrizes para o Ensino da Conservação recomendadas pelo Comitê de Educação da Sociedade para a Biologia da Conservação. **Conservation Biology**, v. 18, n. 5, p. 1-11, 2004.

CEOLIN, T. *et al.* Relato de experiência do curso de plantas medicinais para profissionais de saúde. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 37, n. 2, p. 501-501, 2013.

CHEN, C. *et al.* **Antiplatelet arynaphthalide lignans from *Justicia procumbens***. Journal of Natural Products. v.59, p.1149-1150, 1996.

CORRÊA, G. M.; ALCANTARA A. F. C. **Chemical constituents and biological activities of species of *Justicia*** - a review. Brazilian Journal of Pharmacognosy, v. 22, n. 1, p. 220-238, 2012.

CORREA, GM; ABREU, VDGC; MARTINS, DAA; TAKAHASHI, JA; FONTOURA, H.; CARA, DC; PILÓ-Veloso, D.; ALCÂNTARA, AFC Atividades antiinflamatória e antimicrobiana de esteróides e triterpenos isolados de partes aéreas de *Justicia acuminatissima* (Acanthaceae). Internacional J. Farmacêutica. Farmacêutico. Ciência. **2014** , 6 , 75–81. [Google Scholar]

CÔRTEZ, A. L. A.; RAPINI A. Four new species of *Justicia* (Acanthaceae) from the Caatinga biome of Bahia, Brazil. **Kew Bulletin**, v. 66, p. 453-461, 2011.

CÔRTEZ, A. L. A.; RAPINI, A. ***Justicieae* (Acanthaceae) do semiárido do estado da Bahia, Brasil**. **Hoehnea**, v. 40, p. 253-292, 2013.

CUNHA, A. L *et al.* Os metabólitos secundários e sua importância para o organismo. **Diversitas Journal**, p. 175-181, maio/ago. 2016.

DANIEL, T. F.; LOTT, E. J. *Justicia cuixmalensis*, a new species of Acanthaceae from West-Central Mexico. **Proceedings of the California Academy of Science**, v. 60, p. 19-22, 2009.

DANIEL, T. F. Additional chromosome numbers of American Acanthaceae. **Systematic Botany**, v. 25, p. 15-25, 2000.

DENG, Y. *et al.* ***Wuacanthus* (Acanthaceae), a new Chinese endemic genus segregated from *Justicia* (Acanthaceae)**. Plant Diversity, v.38, n. 6, p. 312-321, 2016.

DUARTE, T. E. P. N.; LEITE, L. B. Cidades médias no Cerrado Brasileiro: desafios para a conservação da biodiversidade. **Terr@ Plural**, v. 14, p. 1-7, 2020.

DUTRA, S. *et al.* Paisagens e fronteiras do Cerrado: ciência, biodiversidade e expansão agrícola nos chapadões centrais do Brasil. **Estudos Ibero-Americanos**, v. 46, n. 1, p. e34028-e34028, 2020.

DSOUZA, D.; NANJIAH, L. Atividade Antibacteriana de 3,3',4'-Trihidroxiflavona de *Justicia wynaadensis* contra Feridas Diabéticas e Infecção do Trato Urinário. *Braz. J. Microbiol.* **2018**, 49, 152–161. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]

EZCURRA, C. El Género Justicia (Acanthaceae) en Sudamérica Austral. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 89, n. 2, p. 225-280, 2002.

FADAYOMI, IE; JOHNSON-AJINWO, OR; PIRES, E.; McCULLAGH, J.; CLARIDGE, TDW; FORSYTH, NR; Li, W.-W. Diterpenóides Clerodano de uma planta comestível *Justicia insularis*: descoberta, citotoxicidade e indução de apoptose em células de câncer de ovário humano. *Moléculas* **2021**, 26, 5933. [Google Scholar] [CrossRef]

FERNANDES, R. D. **Estudo fitoquímico de *Justicia wasshauseniana* (Acanthaceae), *Tetrapteryx acutifolia* e *Lophanthera lactescens* (Malpighiaceae) e atividades biológicas.** Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica – RJ. 2016

FONGOD, A. G. N.; MODJENPA, N. B.; VERANSO, M. C. Ethnobotany of Acanthaceae in the Mount Cameroon region. *Journal of Medicinal Plants Research*, v. 7, n. 38, p. 2859-2866, 2013.

FONSECA, F. N. **Desenvolvimento tecnológico de fitoproduto a partir de *Justicia pectoralis* - Chambá: obtenção do extrato seco padronizado (CLAE – DAD) e avaliação farmacológica.** Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2009.

FONSECA, F. N.; SILVA, A. H.; LEAL, L. A. M. ***Justicia pectoralis* Jacq., Acanthaceae: preparation and characterisation of the plant drug including chromatographic analysis by HPLC-PDA.** *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, v. 20, n. 6, p. 871-877, 2010.

FLORA do Brasil 2020. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB4137>>.

GADELHA, C. S. et al. Estudo bibliográfico sobre o uso das plantas medicinais e fitoterápicos no Brasil. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 8, n. 5, p. 27, 2013.

GARCÍA-RÍOS, R. I.; MORA-PÉREZ, A.; GONZÁLEZ-TORRES, D.; CARPIO-REYES, R. J.; SORIA-FREGOZO, C. Anxiolytic-like Effect of the Aqueous Extract of *Justicia spicigera* Leaves on Female Rats: A Comparison to Diazepam. *Phytomedicine* 2019, 55, 9–13.

GANEM, R. S.; DRUMMOND, J. A. Biologia da conservação: as bases científicas da proteção da biodiversidade. In: GANEM, R. S. **Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas.** 2 ed. Brasília: Edições Câmara, Série Memória e Análise de Leis, 2011. p. 11-46.

GONZÁLEZ-TRUJANO, ME; DOMÍNGUEZ, F.; PÉREZ-ORTEGA, G.; AGUILLÓN, M.; MARTÍNEZ-VARGAS, D.; ALMAÁN-ALVARADO, S.; MARTÍNEZ, A. *Justicia spicigera* Schltdl. e Kaempferitrin como potenciais produtos naturais

anticonvulsivantes. *Biomédica. Farmacoter.* 2017 , 92 , 240–248. [Google Scholar] [CrossRef]

GUIMARÃES, T. L. F., SILVA, L. M. R.; LIMA, C. B., MAGALHÃES, F. E. A., & FIGUEIREDO, E.; ALTINA, T. (2020). Antimicrobial activity of microcapsules with aqueous extract of chambá (*Justicia pectoralis* Jacq). *Revista Ciência Agrônômica*, 51(2), 1–8.

HASSAN, B. A. R. Medicinal plants (importance and uses). *Pharmaceut Anal Acta*, v. 3, n. 10, p. 2153-435, 2012.

JACOBO-SALCEDO, M. d. R. *et al.* Antimicrobial and cytotoxic effects of Mexican medicinal plants. *Natural Product Communications*, v. 6, n. 12, p. 1934578X1100601234, 2011.

JHA, DK; PANDA, L.; LAVANYA, P.; RAMAIAH, S.; ANBARASU, A. Detecção e confirmação de alcalóides em folhas de *Justicia adhatoda* e abordagem bioinformática para obter sua atividade antituberculose. *Apl. Bioquímica. Biotecnologia.* **2012** , 168 , 980–990. [Google Scholar] [CrossRef]

JIN, H.; YIN, HL; LIU, SJ; CHEN, L.; TIAN, Y.; LI, B.; WANG, Q.; DONG, JX Atividade Citotóxica de Lignanas de *Justicia procumbens* . *Fitoterapia* **2014**, 94, 70–76. [Google Scholar] [CrossRef]

JIN, H.; CHEN, L.; TIAN, Y.; LI, B.; DONG, JX Novo Alcalóide Ciclopeptídeo e Glicosídeo Lignano de *Justicia procumbens* . *J. Asiático Nat. Prod. Res.* **2015**, 17, 33–39. [Google Scholar] [CrossRef]

Joseph, L.; Aranjani, J.M.; Pai, K.S.R.; Srinivasan, K.K. Promising Anticancer Activities of *Justicia simplex* D. Don. in Cellular and Animal Models. *J. Ethnopharmacol.* **2017**, 199, 231–239.

KANZLER, S. *Plantas Mediciniais – Viva Mais e Melhor.* São Paulo: Blue Editora e Livraria Ltda, **2013**.

KHAN, M. S. A.; AHMAD, I. Herbal Medicine: Current Trends and Future Prospects. In: KHAN, M. S. A.; AHMAD, I. **New Look to Phytomedicine.** Cambridge: Elsevier, 2019, p.3-13.

KAMEYAMA, C. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Acanthaceae. *Rodriguésia*, v. 57, p. 149-154, 2006.

KAUR, A.; KATOCH, D.; SINGH, B.; ARORA, S. Isolamento de vasicina — Um alcalóide quinazolínico da fração bioativa de *Justicia adhatoda* e suas atividades antioxidantes, antimutagênicas e anticancerígenas. *J. Globo. Biosci.* **2016** , 5 , 3836–3850. [Google Scholar]

KHAN, I. *et al.* Ethnobotany and medicinal uses of folklore medicinal plants belonging to family Acanthaceae: An updated review. *MOJ Biology and Medicine*, v. 1, n. 2, p. 34-38, 2017.

KIEL, C.A.; DANIEL, T.F.; DARBYSHIRE, L; MCDADE, L.A .Unraveling relationships in the morphologically diverse and taxonomically challenging "justicioid" lineage (Acanthaceae: Justiceieae). *Taxon*, v. 66, p. 645-674, 2017.

KIEL, C. A.; DANIEL, T. F.; MCDADE, L. A. Phylogenetics of New World 'justicioids' (*Justicieae*: Acanthaceae): Major lineages, morphological patterns, and widespread incongruence with classification. **Systematic Botany**, v. 43, n. 2, p. 459-484, 2018.

KUMAR, KS; SABU, V.; SINDHU, G.; RAUF, AA; HELEN, A. Isolamento, identificação e caracterização de apigenina de *Justicia gendarussa* e sua atividade antiinflamatória. *Internacional Imunofarmacol.* 2018 , 59 , 157–167. [Google Scholar] [CrossRef]

LEAL, L.K.A.M.; FERREIRA A.A.G.; BEZERRA G.A.; MATOS F.J.A.; VIANA G.S.B. Antinociceptive, anti-inflammatory and bronchodilator activities of Brazilian medicinal plants containing coumarin: a comparative study. **Journal of Ethnopharmacology**, v.70, p. 151-159, 2000.

LEAL, L. K. A. M.; SILVA, A. H. FONSECA, F. N. *Justicia pectoralis* Jacq., Acanthaceae: preparation and characterisation of the plant drug including chromatographic analysis by HPLC-PDA. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 20, n 6, p. 871-877, 2010.

LEAL, L. K. A. M., SILVA, A. H., & VIANA, G. S. de B. (2017). ***Justicia pectoralis*, a coumarin medicinal plant have potential for the development of antiasthmatic drugs?** *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 27(6), 794–802. Sociedade Brasileira de Farmacognosia. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjp.2017.09.005>

LEMES, J. A.; JUNIOR, F. M.; PEIXOTO, J. C. *Justicia* L. do Cerrado goiano: distribuição e ocorrência de espécies (1839 – 2016). **Anais SNCMA**. 2016.

LEWIS, S. L.; MASLIN, M. A. Defining the anthropocene. **Nature**, v. 519, p. 171-180, 2015.

LIMA, A. R. S. **Desenvolvimento tecnológico de extratos padronizados em cumarinas das partes aéreas de *Justicia pectoralis* Jacq. (Acanthaceae).** Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas a Produtos para Saúde) - Universidade Estadual de Goiás – Goiás. 2017.

LIMA, M. R. *et al.* Developing propagation protocols for *Justicia lanstykii* Rizz.(Acanthaceae), an ornamental Ni-accumulating subshrub of Brazilian Cerrado. **Biologia**, v. 77, n. 4, p. 967-980, 2022.

LINDAU, G. **Acanthaceae.** Notizblatt des Konigl. botanischen Gartens und Museums zu Berlin-Dahlem (Post Steglitz), sowie der botanischen Zentralstelle für die deutschen Kolonien, p. 192-200, 1914.

LOCKLEARA, T. D.; HUANGA, Y.; FRASOR, J.; DOYLE, B. J.; PEREZ, A.; GOMEZ-LAURITO, J.; MAHADYA, G. B. **Estrogenic and progestagenic effects of extracts of *Justicia pectoralis* Jacq., an herbal medicine from Costa Rica used for the treatment of menopause and PMS.** *Maturitas*, v. 66, p. 315-322, 2010.

LOPES, J. A.; PEREIRA, M. P.; LOPES, C. R. A. S; MOURA, J. A. Levantamento de potencial medicinal de plantas da família Acanthaceae Juss. da coleção do herbário

da Amazônia meridional. **Anais da Semana da Biologia & Semana do Jornalismo**. 2014.

LOPEZ, C. Considerações gerais sobre plantas medicinais. **Ambiente, Gestão e Desenvolvimento**, v. 1, n. 1, p. 19–27, 2006.

LORENZI, H., SOUZA, V. C. Acanthaceae. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

LUIZ, C. H. P.; STEINKE, V. A. Recent environmental legislation in Brazil and the impact on Cerrado deforestation rates. **Sustainability**, v. 14, n. 13, p. 8096, 2022.

LUO, J.; HU, Y.; KONG, W.; YANG, M. Avaliação e análise da relação estrutura-atividade de uma nova série de lignanas de arilnaftaleno como potenciais agentes antitumorais. **PLoS UM** **2014**, 9, e 93516. [Google Scholar] [CrossRef]

LUO, J.; HU, Y.; QIN, J.; YANG, M. Cromatografia Líquida de Ultra Alto Desempenho – Ionização por Eletrospray – Espectrometria de Massa em Tandem e Análise Farmacocinética de Justicidina B e 6'-Hidroxi Justicidina C em Ratos. **J. Setembro**. **2016**, 40, 604–611. [Google Scholar] [CrossRef]

LV, JP; YANG, S.; DONG, JX; JIN, H. Novos alcalóides ciclopeptídicos de toda a planta de *Justicia procumbens* L. **Nat. Prod. Res.** **2021**, 35, 4032–4040. [Google Scholar] [CrossRef]

MANZITTO-TRIPP, E. A. *et al.* Revised classification of Acanthaceae and worldwide dichotomous keys. **Taxon**, v. 71, n. 1, p. 103-153, 2022.

MARCOS, A., BEZERRA, E., & TERTULIANO, F. (2006). Rendimento de biomassa, óleo essencial, teores de fósforo e potássio de chambá em resposta à adubação orgânica e mineral. **Revista Ciência Agronômica**, 37(2), 124–129

MATIAS, R.; CONSOLARO, H. Polinização e sistema reprodutivo de Acanthaceae Juss. no Brasil: uma revisão. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, p. 890-907, 2015.

MATOS, F. J. A. **Farmácias vivas: sistemas de utilização de plantas medicinais projetado para pequenas comunidades**. 3. ed. Fortaleza: Editora da UFC, 1998.

MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil**. 2. ed. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2000.

MATOS, F. J. A. **Plantas Mediciniais - Guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no nordeste do Brasil**. 3. ed. Imprensa Universitária/Edições UFC, Fortaleza, 2007.

MATOS, P.; BATISTA, M. T.; FIGUEIRINHA, A. A review of the ethnomedicinal uses, chemistry, and pharmacological properties of the genus *Acanthus* (Acanthaceae). **Journal of Ethnopharmacology**, v. 293, p. 115271, 2022.

MECKES, M. *et al.*, . Activity os some Mexican medicianl plants extracts on carrageenan-induced rat paw edema. **Phytomedicine**, v.11, p.446-451, 2004.

MEURER-GRIMES, B. *et al.* Antimicrobial activity in medicinal plants of the Scrophulariaceae and Acanthaceae. **International journal of pharmacognosy**, v. 34, n. 4, p. 243-248, 1996.

MEURER-GRIMES, B. *et al.* Antimicrobial activity in medicinal plants of the Scrophulariaceae and Acanthaceae. **International Journal of Pharmacognosy**, v. 34, n. 4, p. 243-248, 1996.

MISRA, T. N. *et al.* Constituents of *Asteracantha longifolia*. **Fitoterapia**, v. 72, n. 2, p. 194-196, 2001.

MOURA, C. T. M., BATISTA-LIMA, F. J., BRITO, T. S., SILVA, A. A. V, FERREIRA, L. C., ROQUE, C. R., ARAGÃO, K. S., *et al.* (2017). **Inhibitory effects of a standardized extract of *Justicia pectoralis* in an experimental rat model of airway hyper-responsiveness**. The Journal of pharmacy and pharmacology, 69(6), 722–732. England.

MOURA, J. F. CARNEIRO, M. R. B.; PEIXOTO, J. C. Fitoquímica foliar de *Justicia nodicaulis* (Nees) Leonard (Acanthaceae) ocorrentes em Cerrado goiano. **CIPEEX**, v. 2, n. 3, p. 504-514, 2018.

MPIANA, P. T., & KITADI, J. M. (2019). *Justicia secunda* Vahl species: Phytochemistry, Pharmacology and Future Directions: a mini-review. **Discovery Phytomedicine**, 6(4).

NUNES, T. R. D. S.; CORDEIRO, M. F.; BESERRA, F. G.; SOUZA, M. L.; da SILVA, W. A. V.; FERREIRA, M. R. A.; SOARES, L. A. L.; COSTA-JUNIOR, S. D.; CAVALCANTI, I. M. F.; PITTA, M. G. D. R.; *et al.* Organic Extract of *Justicia pectoralis* Jacq. Leaf Inhibits Interferon- γ Secretion and Has Bacteriostatic Activity against *Acinetobacter baumannii* and *Klebsiella pneumoniae*. Evid.-Based Complement. Altern. Med. **2018**, 5762368. [CrossRef] [PubMed]

OLIVEIRA, A.F.M.; ANDRADE, L.H.C. **Caracterização morfológica de *Justicia pectoralis* Jacq. e *J. gendarussa* burm. f. (Acanthaceae)**. Acta Amazonica. Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, 2000a.

OLIVEIRA, A. F. M.; XAVIER, H. S.; SILVA, N. H.; ANDRADE, L. H. C. Screening cromatográfico de Acanthaceae medicinais: *Justicia pectoralis* Jacq. e *Justicia geradarussa* Burm. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 3, p. 37–41, 2000b.

OLIVEIRA, A. F. M., & ANDRADE, L. D. H. C. (2000). **Caracterização morfológica de *Justicia pectoralis* Jacq. e *J. gendarussa* Burm. F. (Acanthaceae)**. Acta amazônica, 30, 569-569.

OLIVEIRA, A.; ANDRADE, L. de H. **Caracterização de *Justicia pectoralis* JACQ. E *Justicia gendarussa* F. (ACANTHACEAE)**. Acta Amazonica, v.30. n.4, p.569-578. 2000.

OLIVEIRA, R. C. *et al.* FLORA DO CERRADO-ACANTHACEAE: TAXONOMIA E POTENCIAIS DE USO. **Ipê Agronomic Journal**, v. 6, n. 2, p. 1-18, 2022.

ORTIZ-ANDRADE, R.; CABAÑAS-WUAN, A.; ARANA-ARGÁEZ, VE; ALONSO-CASTRO, AJ; ZAPATA-BUSTOS, R.; SALAZAR-Olivo, LA; DOMÍNGUEZ, F.; CHÁVEZ, M.; CARRANZA-ÁLVAREZ, C.; GARCÍA-CARRANCÁ, A. Efeitos Antidiabéticos de *Justicia spicigera* Schltidl (Acanthaceae). *J. Etnofarmacol.* **2012** , 143 , 455–462. [Google Scholar] [CrossRef]

PA, R.; MATHEW, L. Atividade Antimicrobiana de Extratos de Folhas de *Justicia adhatoda* L. em Comparação com Vasicina. *Pacífico Asiático. J. Trop. Biomédica.* **2012** , 2 , 1556–1560. [Google Scholar] [CrossRef]

PATRIDGE, E.; GAREISS P.; KINCH M. S.; HOYER D., (2016). **Uma análise de medicamentos aprovados pela FDA: produtos naturais e seus derivados.** *Drug Discov Today*, 2(1), 204 - 207.

PAVAL, J.; KAITHERI, S.K.; POTU, B.K.; GOVINDAN, S.; KUMAR, R.S.; NARAYANAN, S.N.; MOORKOTH, S. Anti-arthritic potential of the plant *Justicia gendarussa* Burm F. *Clinics*, v.64, p. 357-360, **2009**.

PEIXOTO, J. C.; SILVA, R. S. G. Acanthaceae do bioma Cerrado: identificação dos fitoquímicos das folhas da espécie *Justicia thunbergioides* (Lindau) Leonard (acanthaceae) ocorrente no parque estadual Serra dos Pireneus, Pirenópolis, GO. **FRONTEIRAS** - Journal os Social, Technological and Environmental Science, v. 2, n. 1, p. 17, 2013.

PEIXOTO, J. C. *et al.* Fitoquímica foliar de *Justicia nodicaulis* (Nees) Leonard (Acanthaceae) ocorrente no Cerrado goiano. **Ipê Agronomic Journal** - ISSN: 2595-6906, v. 7 n. 1 (2023).

PÉREZ-VÁSQUEZ, A.; DÍAZ-ROJAS, M.; CASTILEJOS-RAMÍREZ, EV; PÉREZ-ESQUIVEL, A.; MONTAÑO-CRUZ, Y.; RIVERO-CRUZ, I.; TORRES-COLÍN, R.; GONZÁLEZ-ANDRADE, M.; RODRÍGUEZ-SOTRES, R.; GUTIÉRREZ-GONZÁLEZ, JA; e outros. Atividade Inibitória da Proteína Tirosina Fosfatase 1B de Compostos de *Justicia spicigera* (Acanthaceae). *Fitoquímica* **2022**, 203, 113410.

PEREIRA, R.; CARDOSO, M. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. *Journal of Biodiversity*, v. 3, n. 4, p. 146-152, **2012**.

PHATANGARE, ND; DESHMUKH, KK; MURADE, VD; HASE, GJ; GAJE, TR Isolamento e Caracterização de Fitol de *Justicia gendarussa* Burm. f.—Um composto antiinflamatório. *Internacional J. Farmacogno. Fitoquímico. Res.* 2017 , 9 , 864–872. [Google Scholar] [CrossRef] [Versão Verde]

PRASAD, M. P. Studies on phytochemical analysis and antimicrobial activity of Acanthaceae species. *Int. J. Curr. Res.* **2014**, 6, 8630–8637.

Prakash, B., Kumar. A., Prem Pratap Singh, & Songachan, L.S. (2020). Antimicrobial and antioxidant properties of phytochemicals: Current status and future

perspective, Editor(s): Bhanu Prakash, Functional and Preservative Properties of Phytochemicals. Academic Press, 1-45.

PROVENSI, L. R. **Estudo fitoquímico e atividade antioxidante de Justicia thunbergioides (Lindau) Leonard. (ACANTHACEAE)** / Laryssa Rosset Provensi – Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica, 2018. 164 p.; il.

PRAJOGO, BE; WIDIYANTI, P.; NASRONUDINA; AKSONO, B. O Efeito de Gendarussa a Isolados de *Justicia gendarussa* Burm.f. Folha na inibição da transcriptase reversa do HIV tipo I in vitro . Indonésia. J. Trop. Infectar. Dis. **2015** , 5 , 136–141. [Google Scholar]

PRAKASH, B., KUMAR, A., Prem PRATAP SINGH & SONGACHAN, L. S. (2020). Antimicrobial and antioxidant properties of phytochemicals: Current status and future perspective, Editor(s): Bhanu Prakash, Functional and Preservative Properties of Phytochemicals. **Academic Press**, 1-45.

PROFICE, S. R.; SFAIR, J. C.; FILHO, L. A. F. S.; PRIETO, P. V.; PENEDO, T. S. A. Acanthaceae. In: Martinelli, G. & Moraes, M.A. (Orgs.) **Livro Vermelho da Flora do Brasil**. Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1100 pp. 2013.

PROFICE, S. R. *et al.* **Acanthaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015.

PROFICE, S. R.; ANDREATA, R. H. P. Revisão taxonômica de *Aphelandra* R. Br. (Acanthaceae) de corola curto-bilabiada. **Pesquisas Botânica**, n. 62, p. 7-70, 2011.

PYŠEK, P. *et al.* A global assessment of invasive plant impacts on resident species, communities and ecosystems: the interaction of impact measures, invading species' traits and environment. **Global Change Biology**, v. 18, p. 1725-1737, 2012.

RAMOS, E. C.; MONTEIRO, L. J.; ANTIQUEIRA, L. M. O. R. **Plantas Medicinais dos Campos Gerais: patrimônio natural, histórico e cultural da região**. 1 ed. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2019. 86p.

RENISUS, disponível em:

<

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/sus/pdf/marco/ms_relacao_plantas_medicinais_sus_0603.pdf,

acessado em 16/05/2019.

ROCKENBACH, A. P., RIZZARDI, M. A., NUNES, A. L., BIANCHI, M. A., CAVERZAN, A., & SCHNEIDER, T. (2018). Interferência entre plantas daninhas e a cultura: alterações no metabolismo secundário. **Revista Brasileira de Herbicidas**, 1(1), 59.

RODRIGUES, A. A. *et al.* Cerrado deforestation threatens regional climate and water availability for agriculture and ecosystems. **Global Change Biology**, v. 28, n. 22, p. 6807-6822, 2022.

RODRIGUES, M. G. **Flora do Cerrado Goiano: Estudo morfo-anatômico, prospecção fitoquímica, composição química e avaliação da atividade antibacteriana de partes constituintes de *Justicia pectoralis* Jacq. (ACANTHACEAE)**. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente), Centro Universitário de Anápolis UniEvangélica, GO. 2017.

RODRÍGUEZ CHANFRAU, J. E., LÓPEZ HERMÁNDEZ, O. D., NÚÑEZ FIGUEREDO, Y., RODRÍGUEZ FERRADA, C. & NOGUEIRA MENDOZA, A. (2013). Obtention of dry extract from aqueous extracts of *Justicia pectoralis* Jacq. (tilo). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, 18(4), 543–554.

ROSA, M. N. *et al.* Bioprospecting of natural compounds from Brazilian Cerrado biome plants in human cervical cancer cell lines. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, n. 7, p. 3383, 2021.

RUZZA, D. A. C., GOTBERT, V., ROSSI, A. A. B., DARDENGO, V. J. de F. E., & SILVA, I. V. (2014). Levantamento Etnobotânico no Município de Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, 10(18), 3331–3343.

SANDEEP, D. *et al.* A review on *Justicia adhatoda*: a potential source of natural medicine. **African Journal of Plant Science**, v. 5, n. 11, p. 620-627, 2011.

SANO, E. E. *et al.* **Características gerais da paisagem do Cerrado. Dinâmica agrícola no cerrado: análises e projeções**. Embrapa Cerrados, Brasília, p. 21-37, 2020.

SANMUGAPRYA, E.; SHANMUGASUNDARAM, P.; VENKATARAMAN, S. **Antiinflammatory activity of *Justicia prostrata* gamble in acute and sub-acute models of inflammation**. *Inflammopharmacology*, v.13, n.5-6, p.493-500, 2005.

SARTIN, R. D. **O Gênero *Justicia* L. (Acanthaceae) no Estado de Goiás**. Tese (Doutorado em Botânica). Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.

SAWATZKY, D.; WILLOUGHBY, D.; COLVILLE-NASH, P.; ROSSI, A. The involvement of the apoptosis-modulating proteins Erk 1/2, Bcl-xL, and Bax in the resolution of acute inflammation in vivo. *The American Journal of Pathology*. v. 168, p. 33-41, **2006**.

SCOTLAND, R. W.; VOLLESEN, K. Classification of acanthaceae. **Kew Bulletin**, p. 513-589, 2000.

SHARMA, A.; KUMAR, A. Pharmacognostic studies on medicinal plants: *Justicia adhatoda*. **World Journal of Pharmaceutical Research**, v. 5, n. 7, p. 1674-1704, 2016.

SHARMA, K. K., SAIKIA, R., KOTOKY, J., KALITA, J. C., & DEVI, R. (2011). **Antifungal activity of *Solanum melongena* L., *Lawsonia inermis* L. and *Justicia gendarussa* B. against Dermatophytes**. *International Journal of PharmTech Research*, 3(3), 1635-1640.

SILVA, L. F. *et al.* Impactos das ações antrópicas aos Biomas do Brasil: Artigo de revisão. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 4, n. 1, 2021.

SILVA, N. C. S. *et al.* A utilização de plantas medicinais e fitoterápicos em prol da saúde. **Única Cadernos Acadêmicos**, v. 3, n. 1, 2017.

SILVA, F. A.; BIZERRA, A. M. C.; FERNANDES, P. R. D. Testes fitoquímicos em extratos orgânicos de *Bixa orellana* L (URUCUM). **HOLOS**, v. 02, n. 34, 2018.

SIMBERLOFF, D. **Invasive species: what everyone needs to know**. 1ed. Oxford University Press, New York. 2013, 329p.

SIMÕES, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia do produto natural ao medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017.

SINGH, P. *et al.* A phytopharmacological review on *Justicia picta* (Acanthaceae): A well known tropical folklore medicinal plant. **Journal of Coastal Life Medicine**, v. 3, n. 12, p. 1000-1002, 2015.

SOUSA, V. F.; VERSIEUX, L. M. **Notes on the ornamental potential and taxonomy of *Justicia* (Acanthaceae, *Justicieae*), including a first record for the Paraíba Flora**. Brazil. *Phytotaxa* 270 (3): 203–209. 2016.

SOUZA, L. G. S.; ALMEIDA, M. C. S.; LEMOS, T. L. G.; RIBEIRO, P. R. V.; CANUTO, K. M.; BRAZ-FILHO, R.; CISTIA, C. N. D.; SANT'ANNA, C. M. R.; BARRETO, F. S.; MORAES, M. O. Brazoides AD, new alkaloids from *Justicia gendarussa* Burm. F. species. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 28, p. 1281-1287, 2017.

SUDEVAN, S., PARASIVAM, R., SUNDAR, S., VELAUTHAN, H., & RAMASAMY, V. (2019). **Investigation of anti-inflammatory and anti-cancer activity of *Justicia adathodametabolites***. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 32(4).

SRIDHAR, C. KRISHNARAJU, A. V.; SUBBARAJU, G. V. Antiinflammatory constituents of *Teramnus labialis*. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, n. 68, p. 111-114, 2006.

STRASSBURG, B. B. N. *et al.* Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 4, p. 0099, 2017.

TELEFO, P.B. *et al.*, **Effects of an aqueous extract of *Aloe buettneri*, *Justicia insularis* macranthus, *Dicliptera verticillata* on some physiological and biochemical parameters of reproduction in immature female rats**. *J Ethnopharmacol*. v.63, p.193-200, 1998.

TEPONNO, R. B.; KUSARI, S.; SPITELLER, M. Recent advances in research on lignans and neolignans. **Natural Product Reports**, v.33, p. 1044-1092, 2016.

THEILER, B. A.; ISTVANITS, S.; ZEHL, M.; MARCOURT, L.; URBAN, E.; CAISA, L.O. E.; GLASL, S. HPTLC Bioautography Guided Isolation of α -Glucosidase Inhibiting Compounds from *Justicia secunda* Vahl (Acanthaceae). *Phytochem. Anal.* 2016, 28, 87–92.

THOMAS, T.; YOICHIRO, H. *In vitro* propagation for the conservation of a rare medicinal plant *Justicia gendarussa* Burm. f. by nodal explants and shoot regeneration from callus. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 32, p. 943-950, 2010.

TRIGUEIRO, W. R.; NABOUT, J. C.; TESSAROLO, G. Uncovering the spatial variability of recent deforestation drivers in the Brazilian Cerrado. **Journal of Environmental Management**, v. 275, p. 111243, 2020.

VAN KLEUNEN, M. *et al.* Global exchange and accumulation of non-native plants. **Nature**, v. 525, p. 100-103, 2015.

VARGEM, D. S. **Morfoanatomia, prospecção fitoquímica e caracterização do óleo essencial das folhas de *Justicia pectoralis* Jacq. (ACANTHACEAE) ocorrente em Brasília, DF.** Dissertação (Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente) Centro Universitário de Anápolis UniEvangélica. 2015.

VERDAM, M. C. dos S. **Estudo farmacognóstico e abordagem farmacológica de *Justicia acuminatissima* (Miq.) Bremek. (Acanthaceae).** Manaus: UFAM, 2009.

VENÂNCIO E. T. *et al.* Anxiolytic-like Effects of Standardized Extract of *Justicia pectoralis* (SEJP) in Mice: Involvement of GABA/Benzodiazepine in Receptor. **Phytotherapy Research**, n. 45, p. 444-450, 2011.

VENEGAS-CASANOVA, E. A., RUIZ-REYES, S. G., GAVIDIA-VALENCIA, J. G., JARA-AGUILAR, R., URIBE-VILLARREAL, J. C., CURO-VALLEJOS, Y. F., RENGIFO-PENADILLOS, R. A., *et al.* (2018). **Variability in the chemical composition of *Justicia pectoralis* Jacq. (two varieties): essential oils in over several months.** *Pharmacology Online*, 3, 402–411. Salerno: Italo-Latin American Society of Ethnomedicine (SILAE).

VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C.; MACIEL, M. A. M. Plantas medicinais: cura segura. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 519-528, 2005.

VERDAM, M. C. S. *et al.* **Anti-inflammatory action of *Justicia acuminatissima* leaves.** *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 25, n. 3, p. 264-268, 2015.

VILAR, T. S. **Acanthaceae Juss no Distrito Federal, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade de Brasília. Brasília, DF. 2009.

WANG, YW; CHUANG, JJ; CHANG, TY; GANHOU, SJ; TSAI, HW; LEE, CT; CHENG, H.L.; TZAI, TS; LIU, HS; CHOW, NH Antiangiogênese como o novo mecanismo da justicidina A no efeito anticancerígeno no câncer de bexiga humana. *Drogas Anticâncer* **2015**, 26, 428–436. [Google Scholar] [CrossRef]

WANG, L. X. *et al.* Review of lignans from 2019 to 2021: **Newly reported compounds, diverse activities, structure-activity relationships and clinical applications.** *Phytochemistry*, v. 202, 2022.

WASSHAUSEN, D. C. & WOOD, J. R. I. 2004. **Acanthaceae of Bolívia.** *Contributions from the United States National Herbarium* 49: 1-152.

Won, S.J.; Yen, C.H.; Liu, H.S.; Wu, S.Y.; Lan, S.H.; Jiang-Shieh, Y.F.; Lin, C.N.; Su, C.L. Justicidin A-Induced Autophagy Flux Enhances Apoptosis of Human Colorectal Cancer Cells via Class III PI3K and Atg5 Pathway. *J. Cell Physiol.* 2014, 230, 930–946.

Youm, J.; Lee, H.; Chang, H.B.; Jeon, J.; Yoon, M.H.; Woo, J.Y.; Choi, M.-S.; Hwang, Y.; Seong, S.; Na, K.; et al. *Justicia procumbens* Extract (DW2008) Selectively Suppresses Th2 Cytokines in Splenocytes and Ameliorates Ovalbumin-Induced Airway Inflammation in a Mouse Model of Asthma. *Biol. Pharm. Bull.* 2017, 40, 1416–1422.

YUAN, H. *et al.* The traditional medicine and modern medicine from natural products. **Molecules**, v. 21, n. 5, p. 559, 2016.

ZAPATA-MORALES, JR; ALONSO-CASTRO, AJ; DOMÍNGUEZ, F.; CARRANZA-ÁLVAREZ, C.; CASTELLANOS, LMO; MARTÍNEZ-MEDINA, RM; PÉREZ-URIZAR, J. Atividade Antinociceptiva de um Extrato Etanol de *Justicia spicigera*. *Desenvolvedor de drogas. Res.* **2016**, 77, 180–186. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]

ZHANG, HX; XIA, Z.; XU, TQ; CHEN, YM; ZHOU, GX Novos compostos das partes aéreas de *Justicia gendarussa* Burm. f. e suas atividades antioxidantes e anti-inflamatórias. *Nat. Prod. Res.* **2020** , 35 , 3478–3486. [Google Scholar] [CrossRef]

ZENNI, R. D. Analysis of introduction history of invasive plants in Brazil reveals patterns of association between biogeographical origin and reason for introduction. **Austral Ecology**, v. 39, p. 401-407, 2014.

CAPÍTULO 2

Cultivo e propagação de espécies de *Justicia* ocorrentes no Cerrado goiano

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o uso de plantas medicinais é uma prática muito utilizada, e com a crescente demanda da indústria por produtos naturais, têm-se intensificado nos últimos anos. A atual farmacopeia local tem origem nos diversos grupos indígenas que habitavam e habitam o solo brasileiro, misturado com as tradições africanas, europeias e asiáticas trazidas por imigrantes (MILLION *et al.*, 2020).

Muitas das plantas utilizadas na medicina popular não possuem comprovação científica quanto às suas propriedades farmacológicas, havendo a necessidade de expandir os estudos sobre as espécies mais utilizadas (CARVALHO *et al.*, 2021) e seu sistema de cultivo. O Brasil é um dos países com maior diversidade de espécies vegetais no mundo, entretanto, o uso e comercialização das espécies medicinais ainda é desproporcional quando comparado com países com tradição na medicina popular, como a China, México e Bolívia (BRASIL, 2009).

Estudos sobre a propagação de espécies medicinais são de elevada importância, uma vez que servem de base para a domesticação e o sucesso do cultivo dessas plantas (CARVALHO JÚNIOR *et al.*, 2009). As técnicas de propagação de uma espécie é um dos pontos primordiais para introdução de uma cultura com fins comerciais. Na literatura são mencionadas duas formas de propagação, sexuada, através de sementes e a assexuada, através de estruturas vegetativas (RAY & ALI, 2017; SILVA *et al.*, 2011). A propagação assexuada pode ser realizada por meio de diversos métodos, sendo os principais a estaquia, micropropagação, enxertia, uso de estruturas especializadas, alporquia e mergulhia (FACHINELLO *et al.*, 2005).

A qualidade na produção de mudas de plantas medicinais está diretamente ligada à forma de propagação vegetativa da espécie e umas das técnicas mais utilizadas para propagação dessas plantas é a estaquia (BERNARDO *et al.*, 2020), que ocorre por meio de estacas, no qual utiliza-se qualquer segmento da planta

(ramo, raiz ou folha) contendo reservas, que quando colocado no substrato adequado, haverá a formação de raízes adventícias, dando origem a uma nova planta (clone).

Os tipos de estacas influenciam diretamente a qualidade das mudas, sendo que as estacas caulinares podem ser classificadas quanto à sua posição do caule, em basais, medianas ou apicais; no caso das plantas arbustivas podem ser classificadas como lenhosas, semilenhosas, herbáceas (de ponteiro) (COSTA *et al.*, 2016). O sucesso da estaquia depende de fatores endógenos e/ou exógenos, que interferem no método. Por exemplo, o estado fisiológico da planta-mãe, a espécie, a porção do corte do ramo, tipo e doses de hormônios, e condições ambientais, como luz, temperatura e umidade (SOUZA *et al.*, 2020).

A qualidade de uma planta medicinal é determinada pela quantidade de princípios ativos que ela produz (BRASIL, 2006). Dessa maneira, procedimentos inadequados durante o cultivo, coleta e armazenamento dessas espécies acabam refletindo diretamente no teor dessas moléculas (PIMENTA *et al.*, 2009). Além disso, o teor dos princípios ativos também pode ser influenciado pela condição de cultivo em que a planta é submetida. Fatores bióticos (ataque de patógenos, ação humana etc.) e abióticos (luminosidade, disponibilidade hídrica, estado nutricional, temperatura, altitude etc.) podem acarretar no aumento ou na diminuição dessas substâncias (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

A busca de melhores métodos para a propagação assexuada por estaquias, em campo, constitui uma das tarefas primordiais para o cultivo das espécies medicinais e mais acessível para o agricultor (RIBEIRO, 2015). A estaquia é a técnica de propagação vegetativa rápida e de fácil execução, sendo muito utilizado nas espécies, que apresentam maior facilidade para a formação de raízes adventícias (COELHO *et al.*, 2013). Essa técnica consiste na multiplicação de plantas usando segmentos caulinares ou radiculares providos de gemas meristemáticas com capacidade para emitir raízes adventícias, comumente denominados estacas (HARTMANN *et al.*, 2008)

Essa técnica, além de conservar as características genéticas da planta-mãe (matriz), permite a obtenção de muitas mudas a partir de uma única planta, em menor tempo (BERNARDO *et al.*, 2020), resultando na maior uniformidade da

população de plantas e permite o melhor manejo destas, ajudando a contornar as problemáticas relacionadas à dormência de sementes e à impossibilidade de reprodução uniforme por via sexuada dos indivíduos escolhidos (SASSO; CITADIN; DANNER, 2010; DIAS *et al.*, 2012; PAULUS *et al.*, 2014; PIMENTA *et al.*, 2014).

A estaquia em Acanthaceae é um método eficaz uma vez que o enraizamento adventício ocorre em condições naturais em muitas espécies (LIMA, 2012). São exemplos disso as seguintes espécies: *J. acuminatissima*, *J. pectoralis* e *J. lantysakii*. O gênero *Justicia*, de um modo geral, responde positivamente à estaquia em qualquer época do ano (LIMA, 2012), desde que as condições ambientais proporcionem condições razoáveis de água, luz e nutrientes, sendo, portanto, a rusticidade uma característica favorável na propagação desta espécie, bem como apresenta boa capacidade de rebrota. Desta forma, este trabalho buscou avaliar o cultivo e a propagação de espécies de *Justicia sp* ocorrentes no Cerrado goiano, por meio da propagação vegetativa através de estaquia.

Atualmente a utilização de plantas bioativas, é uma possibilidade real e que deve ser discutida e pensada em termos de sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola, integrando o conhecimento tradicional e o científico de uso destas plantas (TRIACA *et al.*, 2018). As plantas bioativas apresentam importantes funções, contribuindo para o equilíbrio do sistema, favorecendo as agriculturas familiares e contribuindo para que os agroecossistemas tornem-se mais sustentáveis (CAPORAL; COSTABEBER; PAULUS, 2006).

As plantas medicinais apresentam diversidades de compostos capazes de promover benefícios em diversas áreas e usos pela humanidade. Sua ação terapêutica permite a atuação na medicina, farmácia e agricultura. Porém a composição e concentração desses compostos na planta são variáveis e os fatores que influenciam sua síntese ocorre a partir de múltiplas influências, como variáveis climáticas, estação do ano, composição nutricional do solo, entre outros (GOBBO-NETO; LOPES, 2017).

Muitas descobertas e novas formas de uso das plantas bioativas estão surgindo nos últimos anos. Pela crescente necessidade de sistemas de produção sustentáveis o uso dessas plantas, não somente nos aspectos já apontados, também tem ganhado espaço. Seus usos estão sendo pesquisados no controle de

pragas de armazenamento, repelência de insetos (LIU; CHU; JIANG, 2011; COITINHO *et al.*, 2010), controle de doenças em plantas (FONSECA *et al.*, 2015), controle e/ou repelência de endo e ectoparasitas em animais (VITA, 2017; HOCAYEN; PIMENTA, 2013) entre outros. Portanto, se faz necessário o cultivo e a propagação de espécies medicinais, principalmente as que estão ameaçadas de extinção, como por exemplo as espécies de *Justicia brasiliiana* e *Justicia bullata* (PROFICE *et al.* 2013).

No Brasil, a exploração de recursos genéticos de plantas medicinais está relacionada, em grande parte, à coleta extensiva e extrativa do material silvestre (FRANCO; BARROS, 2006), onde o Cerrado possui uma flora rica em plantas medicinais as quais possuem um importante potencial terapêutico e podem apresentar inúmeros benefícios a saúde na forma de tratamento e prevenção de doenças (SOUZA, 2006).

Segundo Haridasan (2008), os solos do bioma Cerrado se caracterizam por uma baixa disponibilidade de nutrientes, portanto as plantas cultivadas neste tipo de solo são susceptíveis a toxicidade de alumínio e manganês mesmo havendo a presença de nutrientes, sendo necessário o emprego de calagem e adubação para garantir um crescimento satisfatório. As inúmeras espécies das plantas nativas que ocorrem no bioma são resistentes ou tolerantes às condições do solo. Neste sentido, Haridasan (2008) afirma que, ao contrário da agricultura comercial, os parâmetros de deficiência de nutrientes e toxicidade não devem ser os mesmos para as plantas nativas em ecossistemas naturais, tais como o Cerrado.

Segundo Carvalho (2012), o aumento da quantidade da biomassa vegetal pode ser afetado pela adubação, uma vez que quando bem utilizada esta técnica melhora a qualidade da planta tornando-a mais resistente às pragas e doenças, produzindo maior quantidade de fármacos, mas, a quantidade de princípios ativos pode não ser alterada.

Os tipos de adubos mais usados (Quadro 1) são: adubos orgânicos, que são formados de matérias de origem vegetal ou animal encontrados na natureza, e adubos inorgânicos, que são oriundos de extração mineral ou refino de petróleo. Além destes, tem-se os fertilizantes que são materiais sintéticos produzidos em laboratórios com ação imediata em solos muito pobres em nutrientes.

Quadro1 - Principais tipos de adubos e suas características.

Adubos	Características
Químico	Fabricado industrialmente, apresenta várias concentrações, utilizado especificamente para cada tipo de plantio. Principais elementos fertilizantes são: nitrogênio, fósforo e potássio, que constitui os adubos nitrogenados, fosfatados, potássicos, calcários ou corretivos e mistos contém mais de um elemento nutritivo.
Orgânico	Constituído de resíduos de origem animal e vegetal tais como folhas secas, gramas, restos vegetais, restos de alimentos, esterco animal e tudo mais que se decompõem. O húmus de minhoca é um dos melhores e mais conhecido adubo orgânico.

FONTE: (Própria autora, 2024)

Dentre os fatores edáficos, a correção dos atributos químicos do solo por meio da calagem (neutralização do alumínio, elevação do pH e da saturação por bases), e a adubação com fertilizantes sintéticos e/ou orgânicos são práticas agrônômicas cujo objetivo é favorecer o desenvolvimento da planta.

O uso de matéria orgânica, devido ao aumento da atividade microbiológica durante a decomposição da matéria orgânica na forma de restos culturais, esterco animal e adubação verde pode diminuir a acidez do solo. Segundo Giraca e Nunes (2016), os fertilizantes são classificados em três categorias: minerais, orgânicos e organominerais (Quadro 2).

Quadro 2 – Classificação dos fertilizantes.

Fertilizantes	Classificação
Minerais	São constituídos de compostos inorgânicos (compostos desprovidos de carbono).
Orgânicos	São constituídos de compostos orgânicos de origem natural, vegetal ou animal.
Organominerais	São aqueles resultantes da mistura de fertilizantes orgânicos e minerais.

Fonte: Giraca e Nunes (2016)

Os adubos minerais são largamente utilizados na agricultura devido aos seus efeitos significativos em termos de ganho produtivo e crescimento das plantas. São

divididos em macronutrientes (Carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, enxofre, cálcio, magnésio e potássio) e micronutrientes (Boro, cobalto, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco).

Os adubos naturais ou químicos (industrializados) enriquecem o solo, maximizando a produção de massa verde ou de frutos e raízes, mas devem ser usados em doses moderadas, sob a supervisão e orientação de um técnico responsável. A combinação de conhecimentos sobre preparo do solo, irrigação e manejo adequado das plantas são essenciais para o aumento da produção (FREIRE, 2000).

A adubação orgânica apresenta vantagens e desvantagens quanto a sua utilização: além de fornecer nutrientes para as plantas, melhora as condições físicas do solo, aumenta a retenção de água, reduz as perdas por erosão, favorece o aumento da capacidade de troca catiônica, elevando o pH e, desta forma, reduz o alumínio trocável, aumentando a disponibilidade de nutrientes, porém tem como desvantagem o alto custo (FREIRE, 2000).

A fertilidade do solo é um dos fatores que interfere na tolerância das plantas ao ataque de patógenos, um solo com bom equilíbrio nutricional influencia o vigor das plantas na sua capacidade de reação, tornando-a suscetível ou não aos ataques. Um bom manejo nutricional ajuda a aumentar a capacidade das plantas a estabelecer barreiras de resistência, sendo menos suscetíveis aos danos causados por fitonematoídeos e outros patógenos. Em casos em que existe desequilíbrio nutricional da vegetação, tanto por deficiência de nutrientes ou excesso dos mesmos, a predisposição à infecção é maior (ROTONDANO, 2021).

Os adubos ou fertilizantes são compostos químicos, minerais ou orgânicos, naturais ou sintéticos, combinados ou não, que contenham um ou mais nutrientes empregados para suprir as necessidades nutricionais das plantas. Os fertilizantes, quando adicionados ao solo, nas quantidades corretas, devem promover melhorias químicas e/ou físicas e/ou biológicas e aumentar a produtividade e qualidade da colheita (ABREU *et al.*, 2007).

Para se ter uma boa produtividade, as plantas medicinais precisam de suprimento adequado de nutrientes. Por isso, é importante utilizar a adubação

orgânica nessas culturas, já que algumas das funções do adubo é suprir o déficit de nutrientes além disso melhorar a qualidade física, química e biológica do solo. As folhas são responsáveis por captar a energia solar e produzir matéria orgânica por meio da fotossíntese. Ao conhecer a superfície foliar e o acúmulo de matéria seca das culturas, torna-se capaz a avaliação e eficiência fotossintética das folhas e a contribuição para o crescimento vegetal (CORRÊA *et al.*, 2010).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Seleção das espécies de *Justicia*

Foram selecionadas três espécies de *Justicia* para este estudo: *J. nodicaulis*, *J. pectoralis* e *J. thunbergioides*. As matrizes de *J. nodicaulis* e *J. pectoralis* foram selecionados na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO, sendo realizada uma propagação de *J. nodicaulis* no primeiro semestre de 2022 e duas propagações de *J. pectoralis*, entre o segundo semestre de 2021 e primeiro semestre de 2022.

As matrizes de *J. thunbergioides* foram selecionados na borda da mata (semidecídua) presente no Parque Onofre Quinan, em Anápolis-GO, referente à primeira propagação que ocorreu no segundo semestre de 2021, e na borda da mata *stricto sensu* existente na Trilha do Tatu, nas dependências da Universidade Estadual de Goiás, em Anápolis-GO, referente à segunda propagação que ocorreu no primeiro semestre de 2022. Para a segunda propagação da espécie *J. thunbergioides*, utilizou-se estacas de uma única população encontrada.

Quadro 3 - Origem das matrizes, período e técnica de propagação das espécies vegetais selecionadas para o estudo.

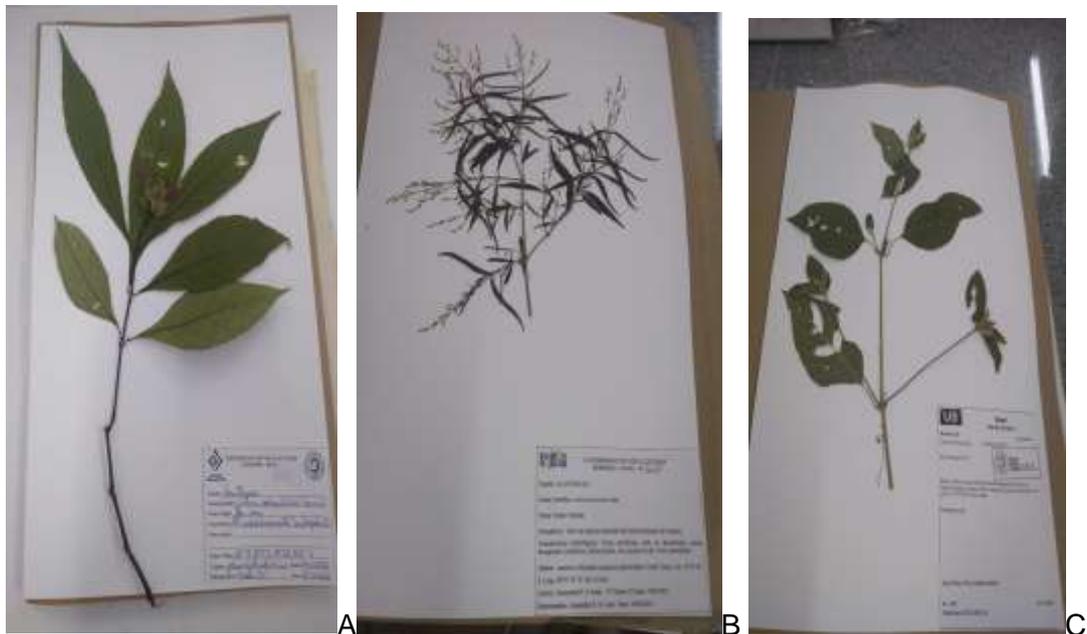
Espécie vegetais	Origem das matrizes	Período de propagação	Técnica utilizada
<i>J. nodicaulis</i>	Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, georreferenciadas (16°17'28.9"S 48°56,18.2"W).	3 meses	Propagação por estaquia
<i>J. pectoralis</i>	Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, (16°34'50"S e 48°92'88"W).	3 meses	Propagação por estaquia
<i>J. thunbergioides</i>	1ª coleta: Parque Onofre Quinan. População I: (Latitude: -	3 meses	Propagação por estaquia

	16,339972/S16°20'23,8992"; Longitude: -48,963967/W 48°57'50,28192"); População II: (Latitude: - 16,339653/S16°20'22,75188"; Longitude: - 48,963712/W48°57'49,3632"). 2ª Coleta: Mata <i>stricto sensu</i> existente na Trilha do Tatu, (Latitude: -16.383934/S; Longitude: -48.943678/W)		
--	---	--	--

Fonte: Autoria própria, 2023

As três espécies vegetais apresentavam aspecto saudável e as estacas frescas não apresentavam sintomas de necrose, clorose ou contaminação por fungos, durante o processo de coleta do material para propagação, os quais foram armazenados em recipiente plástico, apresentando quando agrupadas abundante umidade. As exsicatas das três espécies estão depositadas no herbário da Universidade Estadual de Goiás (UEG), em Anápolis-GO (figura 1).

Figura 1 – Exsicatas das espécies de *Justicia*. A) *Justicia nodicaulis*; B) *Justicia pectoralis*; C) *Justicia thunbergioides*.



FONTE: Própria autora, 2022

2.2 Local de cultivo e propagação das espécies de *Justicia*

O cultivo e a propagação das matrizes das três espécies foram realizadas na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO, (16°34'50"S e 48°92'88"W). Trata-se de uma área típica de Cerrado *stricto sensu*, cuja região apresenta clima tropical e de acordo com a Köppen e Geiger a

classificação do clima tropical, com inverno seco (Aw), com altitude de aproximadamente 1000 metros (CARDOSO; MARCUZZO; BARROS, 2014), temperatura média de 22,4 °C e pluviosidade média anual de 1586 mm (CIDADE-BRASIL, 2021).

Estacas herbáceas foram coletadas e foram preparadas estaquias de 10 cm de comprimento e 0,2-0,3 mm de diâmetro nas três espécies. Os cortes das estacas foram feitos em bisel na base e corte reto acima da última gema axilar, sendo mantidas duas folhas na porção apical, com a superfície reduzida à metade (PURCINO *et al.*, 2012).

Na primeira propagação da espécie de *Justicia thunbergioides* foram usados tubetes de 280 mL (marca JKS) com vermiculita (marca Brasil Minérios) como substrato, com o intuito de melhor o desenvolvimento radicular.

A primeira propagação de *J. pectoralis* foi realizada utilizando copos plásticos transparentes de 100 mL, contendo latossolo vermelho e calagem, totalizando 100 mudas propagadas.

Na segunda etapa de propagação, foram difundidas 100 estacas de cada uma das espécies em copos plásticos transparentes de 200 mL. Foram utilizados adubo orgânico na proporção 1/3 de esterco bovino compostado e 2/3 de solo vermelho. As estacas foram divididas em duas partes, 50 estacas com duas gemas do ápice retiradas das plantas adultas e 50 estacas com duas gemas da base. Foi utilizado 1 mL de calcário por muda para diminuir a acidez do solo. O suprimento d'água foi realizado todos os dias e as plantas foram mantidas em ambiente 50% sombreado até a data da propagação em canteiros.

2.3 Propagação das espécies de *Justicia*

2.3.1 *Justicia nodicaulis*

Para a propagação da espécie de *J. nodicaulis*, foram reunidas estacas obtidas de plantas matrizes, existentes em mata semidecídua, ao longo do córrego da área experimental da Universidade Evangélica de Goiás - UniEvangélica, no período matutino, georreferenciadas 16°17'28.9"S 48°56',18.2"W. Foram reunidas porções de estaquias adultas, expandidas abaixo do terceiro nó, contadas a partir do ápice, de 20 a 30 indivíduos das populações existentes no local, conforme Figura 2.

Figura 2 – Matrizes de *Justicia nodicaulis* existentes em mata semidecídua, ao longo do córrego da área experimental da Universidade Evangélica de Goiás – UniEvangélica.



Fonte: Própria autora, 2022

Na propagação de *J. nodicaulis* foram utilizadas 100 estacas em copos plásticos transparentes de 200 mL com o objetivo de ampliar o número de indivíduos da espécie, conforme Figura 3. Para o cultivo utilizou-se adubo orgânico, na proporção 1/3 de esterco bovino compostado e solo vermelho na proporção de 2/3. As estacas caulinares foram divididas em duas partes, sendo 50 estacas com duas gemas do ápice retiradas das plantas adultas e 50 estacas com duas gemas da base com comprimento de 10 cm, pelo corte em bisel na base permanecendo-se um par de folhas com superfície reduzida à metade na região apical (BEZERRA *et al.*, 2006; PURCINO *et al.*, 2012). Foi utilizado 1 mL de calcário por muda para diminuir a acidez do solo com suprimento d'água diariamente e as plantas mantidas em ambiente 50% sombreado.

Figura 3 - Propagação de *Justicia nodicaulis* em copos plásticos na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO – A) População de plantas; B) Plantas propagadas; C) Plantas propagadas após 60 dias; D) Plantas propagadas após 90 dias.



A



B



C



D

FONTE: Própria autora, 2022

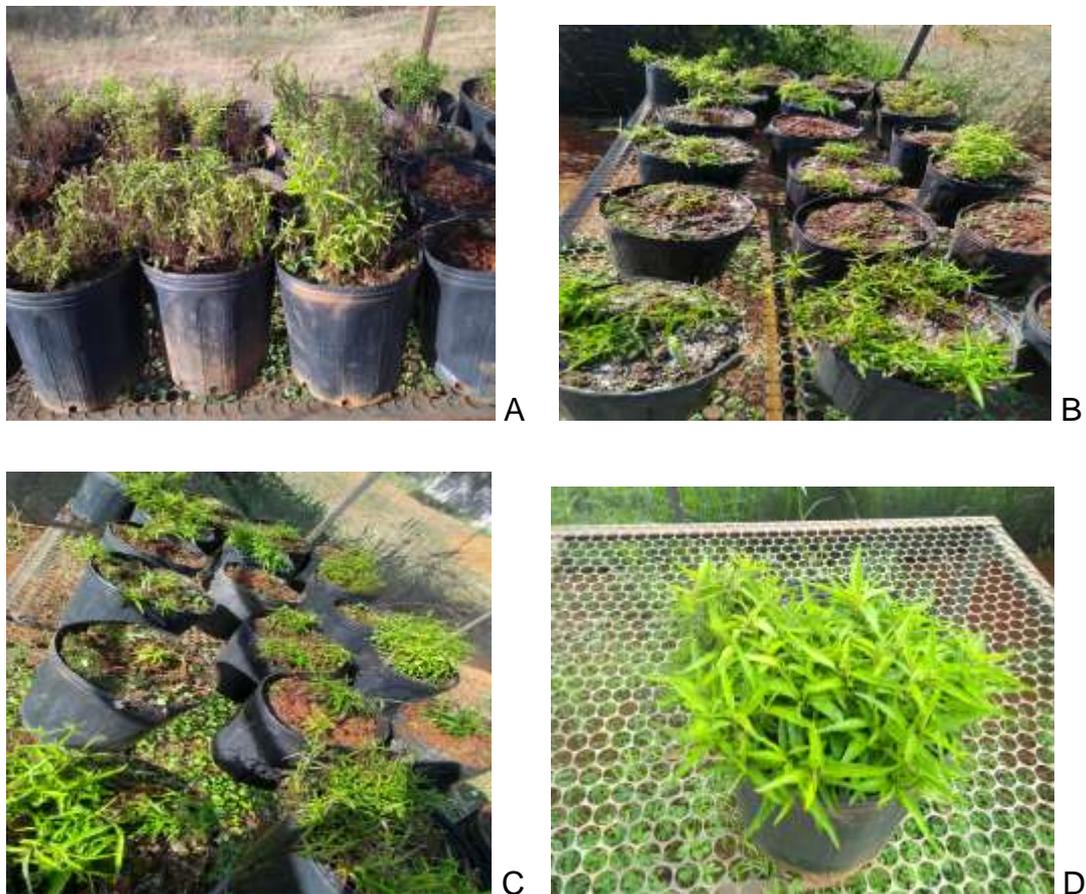
2.3.2 *Justicia pectoralis*

Durante o processo de recuperação das espécies de *J. pectoralis*, o desenvolvimento de cultivo foi realizado em vasos plásticos, com espaçamento aproximado de 40x40 cm, por meio da remoção dos galhos secos, sendo as raízes preservadas. Também foram realizados a catação de ervas daninha e as plantas

receberam suprimento d'água duas vezes por semana e foram mantidas em ambiente 50% sombreado.

Para a recuperação da espécie de *Justicia pectoralis*, foram realizadas duas adubações químicas (organomineral), sendo a primeira no segundo semestre de 2021 e a segunda no primeiro semestre de 2022, onde foi possível fazer a recuperação das plantas (Figura 4), para o processamento do extrato seco.

Figura 4 — Processo de recuperação da espécie de *Justicia pectoralis* A) Aspecto geral das plantas sem adubação; B) Primeira adubação organomineral; C) Aspecto geral das plantas 15 dias após a primeira adubação; D) Aspecto geral da planta 5 meses após a primeira adubação.

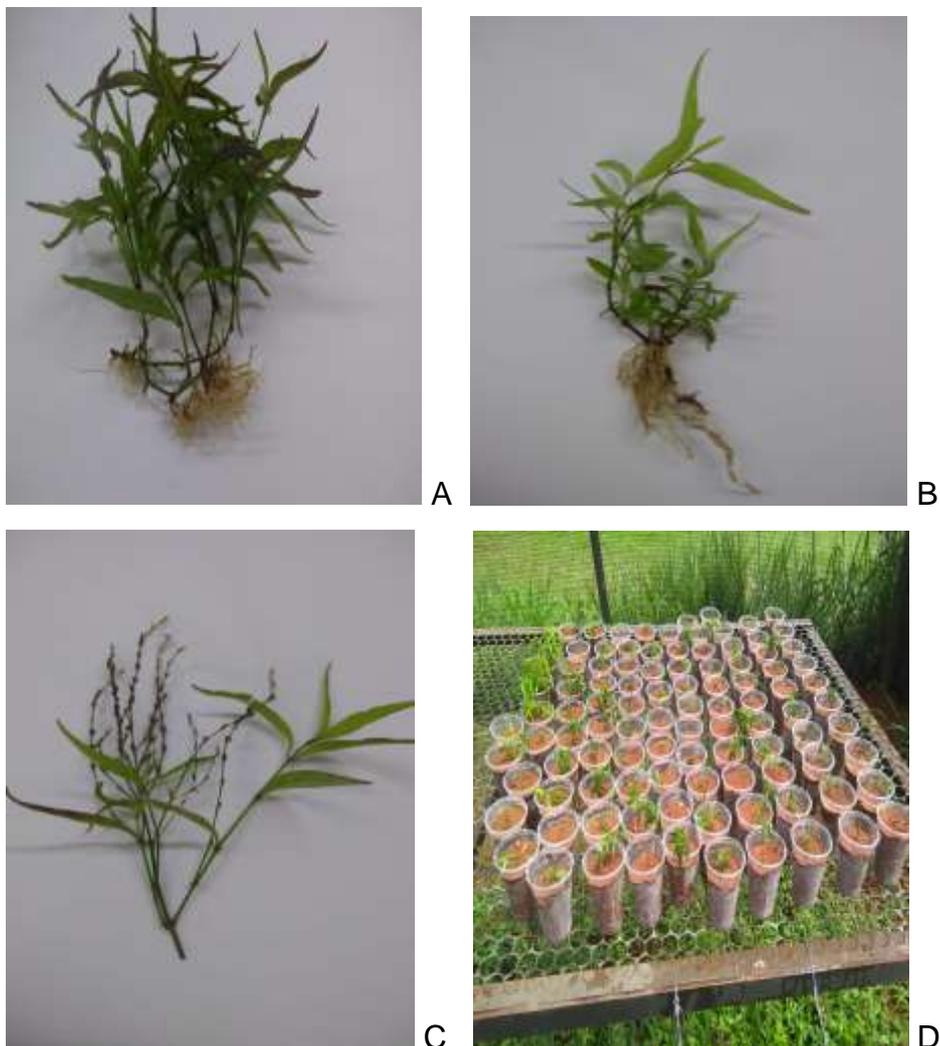


Fonte: própria autora, 2022.

A primeira propagação de *J. pectoralis* (Figura 5) foi realizada utilizando copos plásticos transparentes de 100 mL, contendo latossolo vermelho e calagem, totalizando 100 mudas propagadas. Foi utilizada uma planta adulta com aspecto verde com folhas grandes, onde foram selecionadas 50 estacas com duas gemas do

ápice e 50 estacas com duas gemas da base com comprimento de 10 cm e diâmetro de 0,2 mm, pelo corte em bisel na base permanecendo-se um par de folhas com superfície reduzida à metade na região apical, os quais encontravam-se visualmente saudáveis e sem ataque de micro-organismos (BEZERRA *et al.*, 2006).

Figura 5 - Propagação de *Justicia pectoralis* em copos plásticos na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO – A) Touceiras utilizadas na propagação; B) Aspecto geral da planta; C) Estaquias separadas para propagação; D) Plantas propagadas.



Fonte: própria autora, 2022.

Na segunda propagação de *J. pectoralis* foram propagadas 100 estacas em copos plásticos transparentes de 200 mL com o objetivo de ampliar o número de indivíduos dessa espécie, conforme Figura 3.

Na propagação foram utilizados adubo orgânico, na proporção 1/3 de esterco bovino compostado, e solo vermelho na proporção de 2/3, utilizando uma planta adulta com aspecto verde e com folhas grandes de um único vaso. Foram selecionadas 50 estacas caulinares com duas gemas do ápice e 50 estacas caulinares com duas gemas da base com comprimento de 10 cm e diâmetro de 0,2 mm, pelo corte em bisel na base permanecendo-se um par de folhas com superfície reduzida à metade na região apical, os quais encontravam-se visualmente saudáveis e sem ataque de micro-organismos (BEZERRA *et al.*, 2006). Foi utilizado 1 mL de calcário por muda para diminuir a acidez do solo com suprimento d'água diariamente e as plantas mantidas em ambiente 50% sombreado.

Figura 6 - Propagação de *Justicia pectoralis* em copos plásticos na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO – A) Touceiras utilizadas na propagação; B) Plantas propagadas; C) Plantas após 60 dias a propagação; D) Plantas adultas.



A



B



Fonte: Própria autora, 2022

2.3.3 *Justicia thunbergioides*

Para a espécie de *Justicia thunbergioides* (Figura 7), foram realizadas duas propagações com procedimentos diferentes. Na primeira propagação utilizou-se estacas coletadas de duas populações da espécie, no Parque Onofre Quinan, em Anápolis-GO, onde foram usados tubetes de 280 mL (marca JKS) com vermiculita (marca Brasil Minérios) como substrato (VICENTE *et al.*, 2007).

Figura 7 - Coleta de *Justicia thunbergioides* no Parque Onofre Quinan, em Anápolis-GO.



Fonte: Própria autora, 2021

Na população 1, foram coletadas 16 estacas basais e 20 estacas apicais no início do parque (Latitude: -16,339972/S16°20'23,8992"; Longitude: -48,963967/W 48°57'50,28192"). Na população 2, foram coletadas 16 estacas basais e 10 estacas apicais no meio da mata (Latitude: -16,339653/S16°20'22,75188"; Longitude: -48,963712/W48°57'49,3632").

Foram propagadas 36 mudas da população 1: 16 basais e 20 apicais, e 26 mudas da população 2: 16 basais e 10 apicais (Figura 7). Assim, foram propagadas 62 mudas, em que cada estaca possuía pelo menos duas folhas cortadas o limbo pela metade. Os tubetes foram colocados em uma bandeja com 63 células (marca JKS), (Figura 8). A cada 20 dias durante 6 meses foram realizadas avaliações do surgimento de brotos e as mudas foram regadas a cada dois dias.

Figura 8 – Propagação de *J. thunbergioides* com vermiculita.



FONTE: Própria autora 2022

Para a segunda propagação da espécie, utilizou-se estacas de uma única população encontrada na borda da mata existente na Trilha do Tatu (UEG/Campos) (Latitude: -16.383934/S; Longitude: -48.943678/W), sendo coletada de 5 a 10 indivíduos da população existente no local. Na segunda etapa de propagação, foram difundidas 100 estacas de cada uma das espécies em copos plásticos transparentes

de 200 mL. Foram utilizados adubo orgânico na proporção 1/3 de esterco bovino compostado e 2/3 de solo vermelho. As estacas foram divididas em duas partes, 50 estacas com duas gemas do ápice retiradas das plantas adultas e 50 estacas com duas gemas da base. Foi utilizado 1 mL de calcário por muda para diminuir a acidez do solo. O suprimento d'água foi realizado todos os dias e as plantas foram mantidas em ambiente 50% sombreado até a data da propagação em canteiros (BEZERRA *et al.*, 2006).

Figura 9 - Coleta de *Justicia thunbergioides* na Trilha do Tatu, nas dependências da Universidade Estadual de Goiás, em Anápolis-GO – A) População de *J. thunbergioides*; B) Estacas de *J. thunbergioides*.



Fonte: Própria autora, 2023

Figura 10 - Propagação de *Justicia thunbergioides* em copos plásticos na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO – A) Estaquia com duas gemas e folhas apicais; B) Estaquias sem folhas; C) Plantas propagadas; D) Plantas propagadas após 60 dias; E) Plantas propagadas após 90 dias.



A



B



C



D



E

Fonte: Própria autora, 2023

3. RESULTADOS

3.1 Avaliação morfológica basal e apical após propagação das espécies de *Justicia*

No primeiro processo de cultivo e propagação de *J. thunbergiodes* utilizando vermiculita, foram realizadas duas avaliações (20 e 40 dias), sendo observados o número de brotações e o índice de mortalidade. Já na primeira propagação de *J. pectoralis*, foi utilizado somente latossolo vermelho e calagem, onde as mudas não

tiveram um desenvolvimento satisfatório quanto a produtividade e qualidade das plantas.

No segundo processo de cultivo e propagação, aos três meses de desenvolvimento das três espécies foi avaliado se houve o desenvolvimento adequado nas condições de adubação orgânica e solo vermelho. Após esse período foram mensurados os parâmetros biométricos, determinando-se o comprimento e largura das folhas, altura da planta e diâmetro dos caules, com auxílio de paquímetro, seguindo metodologia de Nicoloso, Cassol e Fortunato (2001).

3.2 Análise estatística

Foram propagadas 100 estacas de cada espécie, totalizando 300 estacas. Para avaliação morfológica, foi realizada a média \pm desvio padrão utilizando o software Excel[®] 2016.

3.3 Desenvolvimento das espécies

No primeiro processo de cultivo e propagação de *J. thunbergioides* a presença de vermiculita, proporcionou maior retenção de água, fator importante no processo germinativo, bem como no desenvolvimento das mudas da espécie, de modo que sua baixa densidade de partículas e estruturação promoveram uma maior aeração, porosidade e capacidade de retenção de água, facilitando a emergência da planta, bem como no crescimento do sistema radicular e o desenvolvimento das mudas. Foram realizadas duas avaliações (20 e 40 dias), sendo observados o número de brotações e o índice de mortalidade, onde o índice de mortalidade foi determinado com base nas estacas que não apresentaram raízes e brotos.

As estacas de *J. thunbergioides* apresentaram resultados elevados de enraizamento e brotação. As raízes surgiram diretamente do caule, eram finas e apresentavam raízes secundárias, aos 40 dias de cultivo.

Após as avaliações do enraizamento das estacas, tanto basais como apicais, foi constatado que os primórdios radicais de *J. thunbergioides* surgiram diretamente da região basal das mesmas, não havendo formação de calos, emitindo as raízes independentemente do nó, como foi observado em *Justicia wasshauseniana* Profice (AOYAMA & ZOTTELE, 2014). Uma série de mudanças morfológicas pode estar associada com a formação de raízes em estacas, como a

formação ou não de calos, o desenvolvimento do primórdio radicular e a emergência da raiz (THOMAS E SCHIEFELBEIN, 2002).

Os ramos caulinares das porções basais e apicais obtiveram índices de mortalidade reduzidos de ambos (Tabela 1), porém, podendo ser caracterizada como uma espécie de fácil enraizamento, uma vez que nenhum tipo de hormônio vegetal foi utilizado para estimulação da formação das raízes, tendo um bom desenvolvimento.

Tabela 1 - Avaliações do enraizamento e índice de mortalidade das estacas, tanto basais como apicais.

Período de 20 dias após o início do experimento de propagação.

População 1		População 2	
Estacas Apicais	19 brotando	Estacas Apicais	9 brotando
Estacas Basais	10 brotando	Estacas Basais	4 brotando

Período de 40 dias após o início do experimento de propagação.

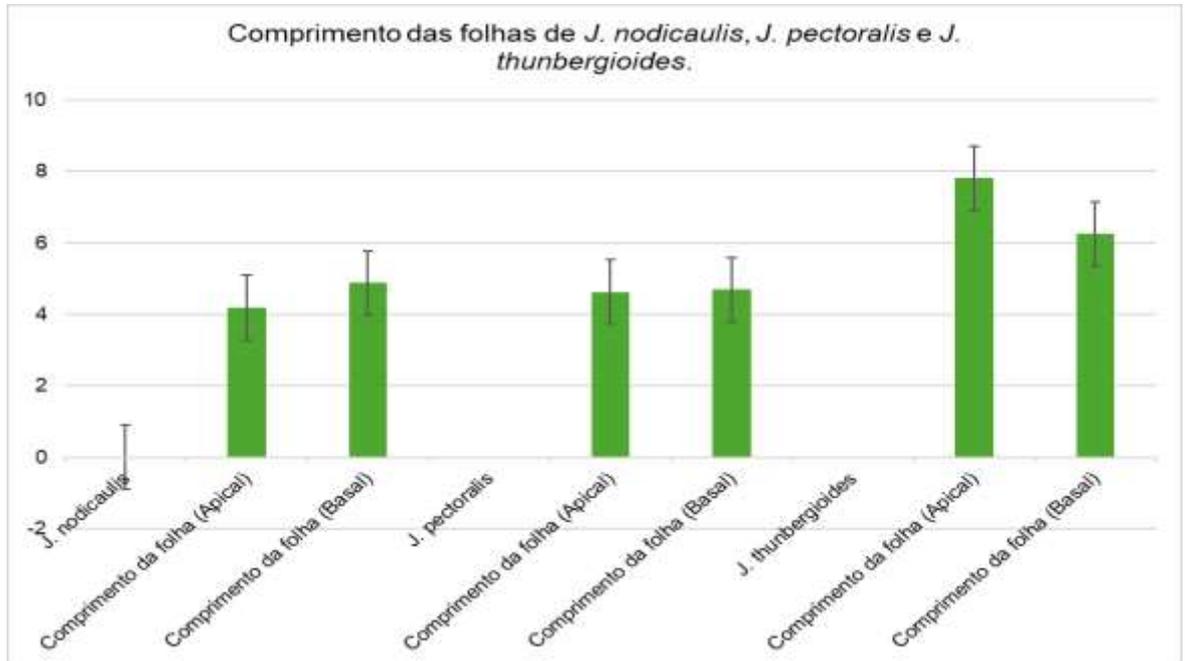
População 1		População 2	
Estacas Apicais	11 brotando	Estacas Apicais	4 brotando
Estacas Basais	8 brotando	Estacas Basais	3 brotando

Na primeira propagação de *J. pectoralis*, onde foi utilizado somente latossolo vermelho e calagem, as mudas não tiveram um desenvolvimento satisfatório quanto a produtividade e qualidade das plantas, indicando que somente latossolo e calagem não foram eficientes para o cultivo em estufa prejudicando o desenvolvimento da espécie causando estiolamento, ramos com pouca folhagem e clorose em algumas folhas.

Os resultados da segunda propagação das três espécies (*J. nodicaulis*, *J. pectoralis* e *J. thunbergioides*), indicam claramente que a metodologia aplica por meio da estaquia e utilização de adubo orgânico (esterco bovino), foi eficaz, uma vez que as três espécies apresentaram um excelente desenvolvimento durante o processo de cultivo, sendo que todas as 300 estacas obtiveram propagação com brotamento eficiente.

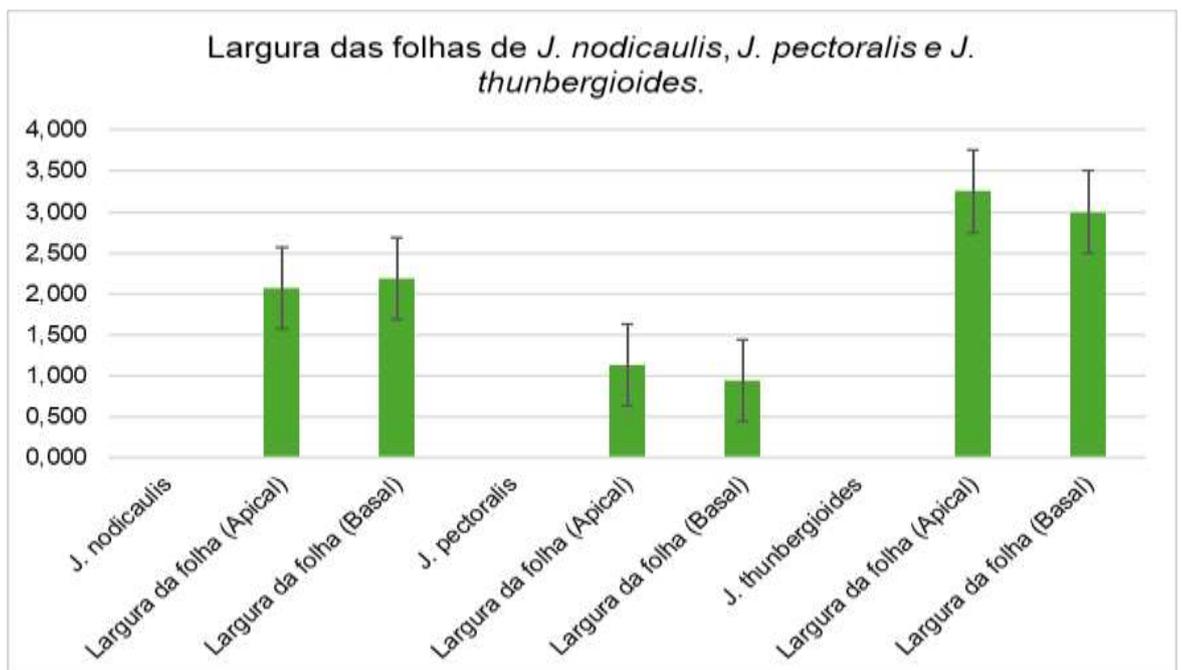
Com a análise após três meses de desenvolvimento, pode-se perceber que a média do comprimento e largura das folhas, foi maior em *J. thunbergioides*, tanto na avaliação basal quanto apical, com valores de comprimento acima de 14 cm e largura acima de 3 cm, conforme o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Comprimento das folhas das espécies de *Justicia* propagadas com avaliação em três meses de desenvolvimento na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO.



FONTE: Própria autora, 2024.

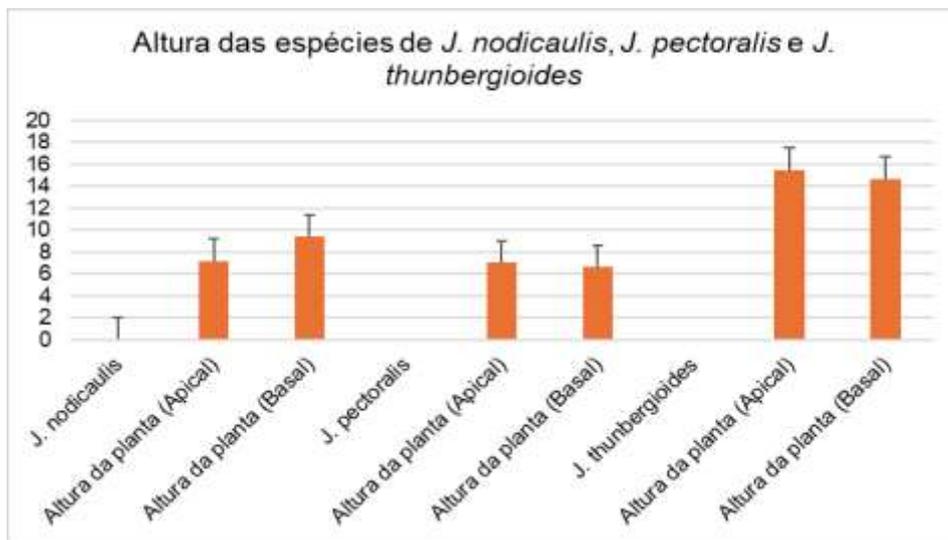
Gráfico 2 - Largura das folhas das espécies de *Justicia* propagadas com avaliação em três meses de desenvolvimento na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO.



FONTE: Própria autora, 2024.

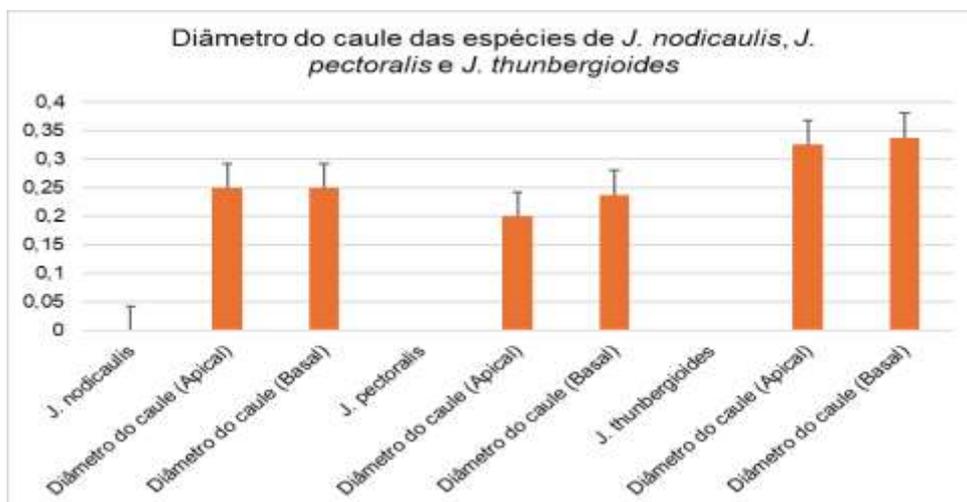
Na avaliação da média da altura das plantas em centímetros (cm) e do diâmetro em milímetros (mm), mostrou que a planta que mais se desenvolveu quanto a altura foi a espécie de *J. thunbergioides* basal com média de 7 ± 9 , conforme o Gráfico 3. Já o maior diâmetro também foi de *J. thunbergioides* apical e basal, com valores de $0,35\pm 0,4$, conforme Gráfico 4.

Gráficos 3 - Altura da planta das espécies de *Justicia* propagadas, com avaliação em três meses de desenvolvimento na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO.



FONTE: Própria autora, 2024.

Gráficos 4 - Diâmetro do caule das espécies de *Justicia* propagadas, com avaliação em três meses de desenvolvimento na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO.



FONTE: Própria autora, 2024.

4. DISCUSSÃO

A regeneração das plantas ocorre em três etapas: no primeiro estágio, o tecido vegetal responde a estímulos de embriogênese ou organogênese em um processo denominado desdiferenciação. Em seguida, (segunda etapa) entra na fase de indução, durante a qual as células são identificadas para produzir brotos, raízes ou embriões. A terceira etapa entra na fase de realização, que resulta no aparecimento de brotos, raízes e embriões (VOGEL, 2005).

O processo de regeneração vegetal inicia-se com a formação do calo e termina com a indução da formação de brotos. Durante essas duas etapas do processo de propagação, os níveis exigidos pelos fitormônios exógenos no meio de cultura podem variar (SINGH *et al.*, 2015).

A utilização de adubo orgânico (esterco bovino), solo vermelho e calcário, foram eficientes para o brotamento e desenvolvimento das três espécies de *Justicia*, corroborando que as mesmas não necessitam de reguladores de crescimento para sua propagação vegetativa, pois estas sem o uso destes obteve resultado similares comparadas aos experimentos de Sharma, *et al.* (2016), onde explantes foram cultivados em meio Murashige e Skoog (MS) contendo diferentes concentrações de ácido indol-3-acético (AIA), 6-Benziladenina (BA), Cinetina (Kn), Ácido 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D) na micropropagação de *Justicia adhatoda* Nees (Quadro 4).

Quadro 4 – Métodos de propagação e meio de cultivos de espécies de *Justicia*.

Espécie	Método de Propagação	Parte da Planta	Meio de Cultivo (adubo/fertilizante)	Tempo de Cultivo	Local	Ref.
<i>Justicia adhatoda</i> Nees.	Micropropagação	Folhas jovens, sementes, segmentos nodais e raízes	Murashige e Skoog (MS) contendo diferentes concentrações de Indol Ácido acético (IAA), 6-Benziladenina (BA), Cinetina (Kn), Ácido 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D)	35 dias	Jaipur (Índia)	Sharma, <i>et al.</i> , 2016
<i>Justicia adhatoda</i>	Estaquia	Estacas de caule	solo, areia e composto ou esterco de vaca, 2:1:1	NI	Jaipur (Índia)	Adhikary, <i>et al.</i> , 2023
<i>Justicia americana</i> L.	Estaquia	Estacas de caule	Areia + hormônio	90 dias	Carolina do Norte	Touchette <i>et al.</i> , 2011

Vahl					(EUA)	
<i>Justicia gendarussa</i> Burm. F	Estaquia	Estacas de caule	1ª etapa: Murashigue e Skoog (MS), Cinetina (KN) e leite de coco; 2ª etapa: Solo vermelho, vermiculita e esterco de fazenda (1:1:1)	30 dias	Tamil Nadu, (Índia)	Janarthanam, <i>et al.</i> , 2011
<i>Justicia tranquebariensis</i> L.f. (Acanthaceae)	Micropropagação	Explantos nodais	1ª etapa: Murashige e Skoog (MS basal), suplementado com concentrações individuais de 6-benzilaminopurina (BA), cinetina (KN), e em combinação de BA e KN com ácido naftaleno acético e ácido indol-3-acético; 2ª etapa: areia, terra vermelha e esterco de fazenda na proporção 1:1:1	30 dias	Tamil Nadu, (Índia)	Raji <i>et al.</i> ; 2014
<i>Justicia prostrata</i> Gamble	Micropropagação	Explantos nodais	Murashige e Skoog, (MS), suplementado com sacarose e solidificado com ágar. Na sequência sendo cultivados em diferentes concentrações de hormônios (2, 4-D, BAP, NAA e IAA)	45 dias	Tamil Nadu, (Índia)	Jeyachandran, <i>et al.</i> , 2010
<i>Justicia gendarussa</i> Burm.f.	Micropropagação	Explantos de folhas	Murashige e Skoog (MS), Sacarose e ágar	42 dias	East Java, (Indonésia)	Wahyuni, <i>et al.</i> , 2020
<i>Justicia betonica</i>	Micropropagação	Explantos de Folhas, caules, pontas dos rebentos e bulbos jovens.	1ª etapa: Murashige e Skoog, (MS), + BAP e NAA. 2ª etapa: vários tipos de solo de jardim	30 dias	Malásia	YAACOB, <i>et al.</i> , 2014
<i>Justicia gendarussa</i>	Estaquia	Caule	Solo superficial, solo superficial misturado com efluente de fábrica de óleo de palma (POME) na proporção de	1ª: etapa 4 meses; 2ª etapa 6 meses	Selangor, Malásia	SOH, <i>et al.</i> , 2018

			1:1, 1:2 e somente POME.			
<i>Justicia gendarussa</i>	Micropropagação	Explantos nodais	1ª etapa: Murashige e Skoog, (MS), vitaminas e sacarose, suplementos com várias concentrações de 6-benziladenina (BA), cinetina (KN) e tidiazuron (TDZ) 2ª etapa sola e areia	1ª: etapa 45 dias; 2ª etapa 77 dias	Malásia	Thomas e Yoichiro, 2010
<i>Justicia gendarussa</i> Burm. f.	Micropropagação	Explantos nodais	Murashige e Skoog, (MS)	2 meses	Índia	Agastian <i>et al.</i> , 2006
<i>Justicia gendarussa</i>	Sistema hidropônico	Estacas de caule jovem	Murashige e Skoog, (MS)	50 dias	Índia	Sugumaran, <i>et al.</i> , 2013
<i>Justicia wasshauseniana</i> Profice	Estaquia	Caule	Substrato vermiculita expandida	60 dias	Espírito Santo (Brasil)	Zottele & Aoyama, 2014
<i>J. Brandegeana</i> ; <i>J. gendarussa</i> ; <i>J. pectoralis</i>	Estaquia	Caule	Genebom acrescido de vermiculita na proporção de 3:1	21 dias	São Paulo (Brasil)	Cassola, 2017
<i>J. nodicaulis</i> ; <i>J. pectoralis</i> ; <i>J. thunbergioides</i>	Estaquia	Caule	Solo, adubo orgânico (esterco bovino), calcário; Vermiculita	60 dias	Anápolis (Brasil)	

FONTE: Própria autora, 2024.

Na literatura há relatos de propagação de *J. pectoralis*, com boa resposta de desenvolvimento, como nos estudos de Cassola (2017), *J. wasshauseniana* Profice, também apresentou excelentes resultados mediante a propagação vegetativa (estaquia) (AOYAMA & ZOTTELE, 2014). No entanto, não há relatos na literatura sobre propagação de *J. nodicaulis* e *J. thunbergioides*, sendo o estudo atual o primeiro a registrar a propagação dessas duas espécies de *Justicia* e reforçar o cultivo em estaquia de *J. pectoralis*.

Já foram realizadas propagações em outras espécies de *Justicia*, como em *J. gendarussa* nos estudos de Agastian, Williams e Ignacimuthu (2006) utilizando meio Murashige e Skoog (MS), em que das 120 plântulas cultivadas *in vitro* e transferidas para o campo, 94% sobreviveram após 2 meses de transplante para ambiente natural. Outro estudo de Thomas e Yoichiro (2010) mostrou que o uso de meio MS foi eficiente para a propagação e conservação de *J. gendarussa*.

O estudo de Abhikary *et al.* (2023), realizou a propagação vegetativa (estaquia) de *Justicia adhatoda* utilizando como meio de cultivo, adubo orgânico (esterco bovino), solo e areia, 2:1:1.

Jeyachandran *et al.* (2010), com o objetivo de descrever um método eficiente e de regeneração direta e rápida de florescimento de *J. prostrata* Gamble utilizando explantes nodais por meio de micropropagação, expôs que é possível regenerar grandes número de múltiplos brotos do nodal explantes da espécie em meio MS e que esta planta pode ser cultivada em hormônio único até floração e enraizamento *in vitro*.

De acordo com Aoyama & Zottele (2014), *Justicia wasshauseniana* Profice, espécie nativa do Brasil, sendo endêmica do Espírito Santo, Rio de Janeiro e Bahia, está listada entre as espécies vulneráveis a extinção. As autoras tiveram como objetivo avaliar o enraizamento e estrutura anatômica das estacas caulinares da espécie por meio de propagação vegetativa (método estaquia), onde foi considerado o enraizamento das estacas submetidas ao substrato vermiculita, o comprimento e a quantidade de raízes, a mortalidade, a quantidade de brotações e folhas, além da análise anatômica da região do caule em que ocorreu a emissão das raízes. As análises dos resultados mostraram que *J. wasshauseniana* é uma espécie de fácil enraizamento, por apresentarem baixo índice de mortalidade e não encontrarem barreiras anatômicas para o desenvolvimento das raízes adventícias.

Nas pesquisas de Cassola (2017), que teve como objetivo avaliar a influência das condições de cultivo (estufa e campo) em parâmetros morfoanatômicos e químicos dos órgãos aéreos de três espécies de *Justicia* (*J. brandegeana* Wash, *J. gendarussa* Burm e *J. pectoralis* Jacq), de interesse econômico, as estacas foram postas em vasos com uma mistura de substrato para mudas (Genebom®) acrescido de vermiculita (Isoplus®) na proporção de 3:1, respectivamente. Desse modo, com base nos resultados obtidos a partir das análises morfoanatômicas e do perfil químico, as formas de cultivo as quais as espécies foram submetidas levaram a alterações no seu desenvolvimento, principalmente da lâmina foliar e no teor de algumas substâncias. Para um melhor rendimento das substâncias quantificadas em *J. brandegeana* e *J. pectoralis*, recomendou-se o cultivo em estufa. Entretanto, para um maior rendimento de fenóis totais, flavonoides totais e da atividade antioxidante do extrato, aconselhou-se o cultivo das três espécies em campo.

Com a contribuição do estudo atual na propagação das espécies de *J. nodicaulis* e *J. thunbergioides*, os substratos orgânicos utilizados são eficientes para conservação do gênero *Justicia* no Cerrado, sendo de fácil reprodutibilidade.

5. CONCLUSÕES

Com a crescente ameaça de espécies do Cerrado pela antropização, o estudo mostrou que a propagação vegetativa por estaquia caulinar, é uma técnica de baixo custo, rápida e eficiente por conservar as características genéticas da planta-mãe, indicando ser tecnicamente viável, tornando-se uma alternativa para produção de mudas de espécies de *Justicia* durante todo o ano.

A partir do exposto, infere-se que as técnicas de propagação vegetativa são ferramentas de grande potencial para a manutenção e contribuição dos programas de melhoramento genético de espécies de plantas medicinais, ocorrentes no Cerrado goiano, bem como para o desenvolvimento sustentável voltado ao aumento da produtividade dos fitoterápicos.

Consequentemente, pode-se observar que a utilização de adubo orgânico é muito importante na melhoria e garantia da fertilidade e vida do solo além de aumentar a produtividade das culturas, desde a germinação, desenvolvimento até a produção vegetal, no entanto, é necessário estudos futuros que visem a prospecção fitoquímica dos metabólitos existentes nas espécies propagadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abhishek, G.; Apurva, J.; Joshi, VK Estudo Farmacognóstico de *Justicia adhatoda* Linn. Folha. *Internacional J. Erva. Med.* **2014** , 1 , 1–4.
- AGASTIAN, P.; WILLIAMS, L.; IGNACIMUTHU, S. In vitro propagation of *Justicia gendarussa* Burm. f.—A medicinal plant. **Indian Journal of Biotechnology**, v. 5, p. 246-248, 2006.
- AOYAMA E.M.; INDRIUNAS A. (2013). **Morfoanatomia foliar de três espécies de Justicia L. (Acanthaceae)**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v.9, n.17; p. 2833.
- AOYAMA, E. M. & ZOTTELE, L. Morfoanatomia e enraizamento de estacas caulinares de *Justicia wasshauseniana* Profice (Acanthaceae). **Natureza on line**. ISSN 1806-7409, 2014.
- ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; dos SANTOS, G. C. G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 645-736.
- BERNARDO, B. E. C.; SATO, A. J.; ZONETTI, P. C. Propagação por estaquia de erva-baleeira (*Cordia verbenacea* DC.). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 13, n. 3, 2020.
- CAPORAL, F.R.; COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. Agroecologia: matriz disciplinar para ou novo paradigma para o desenvolvimento rural sustentável. In: TOMMASINO, H; HEGEDUS, P. (Ed.). Extensión: reflexiones para la intervención em el médio urbano y rural. UFSM/ Universidade de La República, 2006.
- CASSOLA F. Caracterização morfoanatômica e do perfil químico de três espécies de *Justicia L. (Acanthaceae)* sob diferentes condições de cultivo. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia. Campinas-SP: [s.n.], **2017**.
- CARVALHO, A. C.; OLIVEIRA, A. A. S.; SIQUEIRA, L. P. Plantas medicinais utilizadas no tratamento do Diabetes Mellitus: Uma revisão. **Brazilian Journal of Health Review**. v. 4, n. 3, p. 12873-12894, 2021
- CARVALHO JÚNIOR, W. G. O., MELO, M. T. P., & MARTINS, E. R. (2009). Comprimento da estaca no desenvolvimento de mudas de alecrim-pimenta. **Ciência Rural**, 39, 2199-2202.
- COELHO, M. d. F. B., TEIXEIRA, V. A., AZEVEDO, R. A. B., & ALBUQUERQUE, M. C. d. F. (2013). Propagação da poaia (*Psychotria ipecacuanha*) em diferentes substratos e posicionamento das estacas. **Horticultura Brasileira**,31(3), 467-471.
- COITINHO, R. L. B. C.; OLIVEIRA, J. V.; GONDIM JUNIOR, M. G. C.; CÂMARA, C. A. G. Persistência de óleos essenciais em milho armazenado, submetido à infestação de gorgulho do milho. **Ciência Rural**, v.40, n.7, p.1492-1496, 2010.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação Climática de Köppen-Geiger Para o Estado de Goiás e o Distrito Federal [Cardoso] ACTA GEOGRÁFICA. **Acta Geográfica**, v. 8, p. 40-55, 2014.

CIDADE-BRASIL. **Anápolis: Município.** 2021. Disponível em: <<https://www.cidadebrasil>. Acesso em set. 2023.

DIAS, J. R. M.; SILVA, E, D'A. da; GONÇALVES, G. S.; SILVA, J. F. da; SOUZA, E. F. M. de; FERREIRA, E.; STACHIW, R. Enraizamento de estacas de cafeeiro imersas em extrato aquoso de tiririca. **Coffee Science, Lavras**, v. 7, n. 3, p. 259-266, 2012.

FACHINELLO, J.C. et al. **Propagação de plantas frutíferas.** Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica, 2005. 221p.

FRANCO, E. A. P.; BARROS, R. F. M. Uso e diversidade de plantas medicinais no Quilombo Olho D'água dos Pires, Esperantina, Piauí. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**. v.8, n.3, p.78-88, 2006.

GOBBO-NETO, Leonardo; LOPES, Norberto P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química nova**, v. 30, n. 2, p. 374, 2017.

HARTMANN, H. T., KESTER, D. E., DAVIES, F. T., & GENEVE, R. L. (2008). **Plant propagation: principles and practices.** New Jersey: Prentice Hall, 880p.

HOCAYEN, P. A. S.; PIMENTA, D. S. Extrato de plantas medicinais como carrapaticida de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.15, n.4, p.627-631, 2013.

LIMA, M. R. **Estratégias de propagação para espécies subarbustivas de Acanthaceae Juss. com potencial ornamental.** Tese. UnB, Brasília-DF, 2012.

LIU, Z. L.; CHU, S. S.; JIANG, G. H. Insecticidal Activity and Composition of Essential Oil of *Ostericum sieboldii* (Apiaceae) Against *Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum*. **Records of Natural Products**, v.5, n.2, p. 74-81, 2011.

MILLION, J. L.; VERON, V.; VIHARVA K. N.; CÁCERES, N. V.; OLIVEIRA, R. C. Plantas medicinais e ritualísticas dos Kaiowá do Tekoha Taquara como contribuição para a demarcação da terra ancestral, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Rodriguésia**, v. 71, p. 1-16, 2020.

NICOLOSO, F. T.; CASSOL, L. F.; FORTUNATO, R. P. Comprimento da estaca de ramo no enraizamento de ginseng brasileiro (*Pfaffia glomerata*). **Ciência Rural**, v. 31, p. 57-60, 2001.

PAULUS, D.; VALMORBIDA, R.; TOFFOLI, E; PAULUS, E. Propagação vegetativa de *Aloysia triphylla* (L'Hér.) Britton em função da concentração de AIB e do comprimento das estacas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 16, n. 1, p. 25-31, 2014.

PIMENTA, M. A. C.; ARRIEL, E. F.; SANTOS, D. R.; SANTOS, Y. M.; LUCENA, E. O. Clonagem por alporquia de *Cnidocolus quercifolius* Pohl. Utilizando auxina

natural. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró, v. 9, n. 2, p. 83-94, 2014.

RAY, S. S., & ALI, M. N. (2017). Factors affecting macropropagation of bamboo with special reference to culm cuttings: a review update. **New Zealand Journal of Forestry Science**, 47(1), 17.

RIBEIRO, F. N. S. (2015). **Crescimento da ipecacuanha (*Carapichea ipecacuanha* (Lrot) L. *Andersson-rubiaceae*) submetida ao cultivo em diferentes condições ambientais**. Dissertação, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ.

SASSO, S. A. Z.; CITADIN, I.; DANNER, M. A. Propagação de Jaboticabeira por estaquia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 577-583, 2010.

SHANKAR, Pr. (2016). Book review: Tackling drug-resistant infections globally. **Archives of Pharmacy Practice**, 7(3), 110. <https://doi.org/10.4103/2045-080x.186181>

SILVA, A. L. B. R. d., CRUZ, M. E. d. S., RODRIGUES, C., & SILVA, L. H. B. R. d. (2011). **Produção de mudas de espécies de plantas medicinais**. VII encontro internacional de produção científica, Maringá-Paraná, Brasil.

SINGH, C. K. *et al.* Effect of plant growth regulators on in vitro plant regeneration of sandalwood (*Santalum album* L.) via organogenesis. **Agroforestry Systems**, v. 90, p. 281-288, 2015.

SOUZA, J. L. C. S. *et al.* Cutting in fruit of the Cerrado. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 15531-15544, 2020.

SOUZA, C. D.; FELFILI, J. M. **Uso de plantas medicinais na região de Alto Paraíso de Goiás, GO, Brasil**. *Acta Bot. Bras.* v. 20, n. 1, p. 135-142, Mar. 2006.

TRIACA, T.; *et al.* Avaliação in vivo do fermentado botânico de *Ilex paraguariensis* frente ao fungo *Sclerotinia sclerotiorum* no cultivo de alface crespa. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**. v.11, n.1, p.51-58, 2018.

Thomas P.; Schiefelbein J. (2002). Cloning and characterization of an actin depolymerizing factor gene from grape (*Vitis vinifera* L.) expressed during rooting in stem cuttings. *Plant Science* 162: 283-288.

VICENTE, M. A. A. *et al.* Propagação *in vitro* do anador (*Justicia gendarussa* Burm. F.) a partir de gemas axilares. **Ornamental Horticulture**, v. 13, p. 706-708, 2007.

VOGEL, G. How does a single somatic cell become a whole plant?. **Science**, v. 309, n. 5731, p. 86-86, 2005.

VITA, G. F. Eficácia de Plantas Medicinais no Controle de Parasitos Gastrointestinais de Gallus: Testes In Vitro e In Vivo. 2017. 62p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. Área de Concentração em Zoologia) Universidade Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), **Seropédica**, 2017.

CAPÍTULO 3

Avaliação da atividade antibacteriana dos extratos brutos das folhas de espécies de *Justicia* ocorrentes no Cerrado goiano

1. INTRODUÇÃO

A descoberta, o desenvolvimento e o uso clínico de antibióticos durante o século passado diminuíram os riscos de infecções causadas por bactérias na saúde pública (TAM *et al.*, 2015). Porém, tem havido um aumento na resistência bacteriana aos agentes antimicrobianos existentes, resultantes da sua utilização imprudente (MANANDHAR *et al.*, 2019). Além disso, os antibióticos estão associados a efeitos adversos para o indivíduo, dentre esses efeitos estão hipersensibilidade, imunossupressão e reações alérgicas (CHEN *et al.*, 2019).

Pseudomonas aeruginosa, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp, *Staphylococcus coagulase-negativo*, *Shigella*, *Enterococcus* sp. e *Escherichia coli* são consideradas as principais bactérias com resistência múltipla a antimicrobianos e estão incluídas na categoria de patógenos comunitários e hospitalares. O tratamento das infecções causadas por estes micro-organismos é um grande desafio para o campo médico e, exigiu a busca de novas substâncias antimicrobianas de outras fontes, incluindo plantas (FISHER & PHILLIPS, 2008, CHOUHAN; SHARMA; GULERIA, 2017).

Os extratos e os óleos essenciais obtidos a partir de muitas plantas aromáticas e medicinais apresentam atividades biológicas importantes no controle de patógenos (BOUKHRAZ *et al.*, 2016). As atividades biológicas dos antimicrobianos de óleos essenciais são amplos, podendo agir como antibacteriano, antifúngico, antiparasitário, antioxidante, antiviral, anticancerígeno entre outros (SILVA & FERNANDES, 2010).

Para reverter esses problemas, é necessário que seja feito um esforço para procurar agentes antibacterianos eficazes contra bactérias patogênicas resistentes aos antibióticos atuais (HINTZ *et al.*, 2019). Uma alternativa é a busca de produtos bioativos provenientes de medicamentos populares, com a esperança de que o rastreio desses compostos resulte na descoberta de novos componentes úteis contra micróbios (VAOU *et al.*, 2021).

Durante muito tempo, as plantas têm sido uma valiosa fonte de produtos naturais para a manutenção da saúde humana (MOSTAFA *et al.*, 2018). O uso de compostos vegetais para fins farmacêuticos tem aumentado gradativamente no Brasil (SGANZERLA *et al.*, 2022). Segundo a Organização Mundial da Saúde, as plantas medicinais seriam a melhor fonte para a obtenção de uma variedade de medicamentos. Assim, as plantas devem ser investigadas para melhor compreender suas propriedades, segurança e eficiência (ZENI *et al.*, 2017).

As espécies do gênero *Justicia* (Acanthaceae) têm sido alvo de buscas do potencial antimicrobiano. Os estudos quanto ao potencial medicinal para espécies do gênero *Justicia* referem-se basicamente à *J. adhatoda* (PA & MATHEW, 2012; SHARMA & KUMAR, 2016), *J. flava* (AGYARE *et al.*, 2013), *J. neesii* (SRIDHAR; DUGGIRALA; PUCHCHAKAYALA, 2014), *J. pectoralis* (FURTADO *et al.*, 2015), *J. acuminatissima* (CORREA *et al.*, 2014), *J. gendarussa* (SUBRAMANIAN; JOTHIMANIVANNAN; MOORTHY, 2012), *J. tranquebariensis* (BALAMURUGAN *et al.*, 2008). Dentre essas espécies, *J. pectoralis*, popularmente conhecida como chambá ou anador, recorrente no Cerrado, apresenta um efeito ansiolítico, relacionado com o sistema gabaérgico, mediante efeito depressor e não possui efeito colateral como sedativo (LEAL; SILVA; VIANA, 2017).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade antibacteriana das folhas de *J. pectoralis* e *J. thunbergioides* contra algumas espécies de bactérias patológicas e investigar também, o potencial antibacteriano da espécie de *J. nodicaulis*, até então não relatado na literatura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

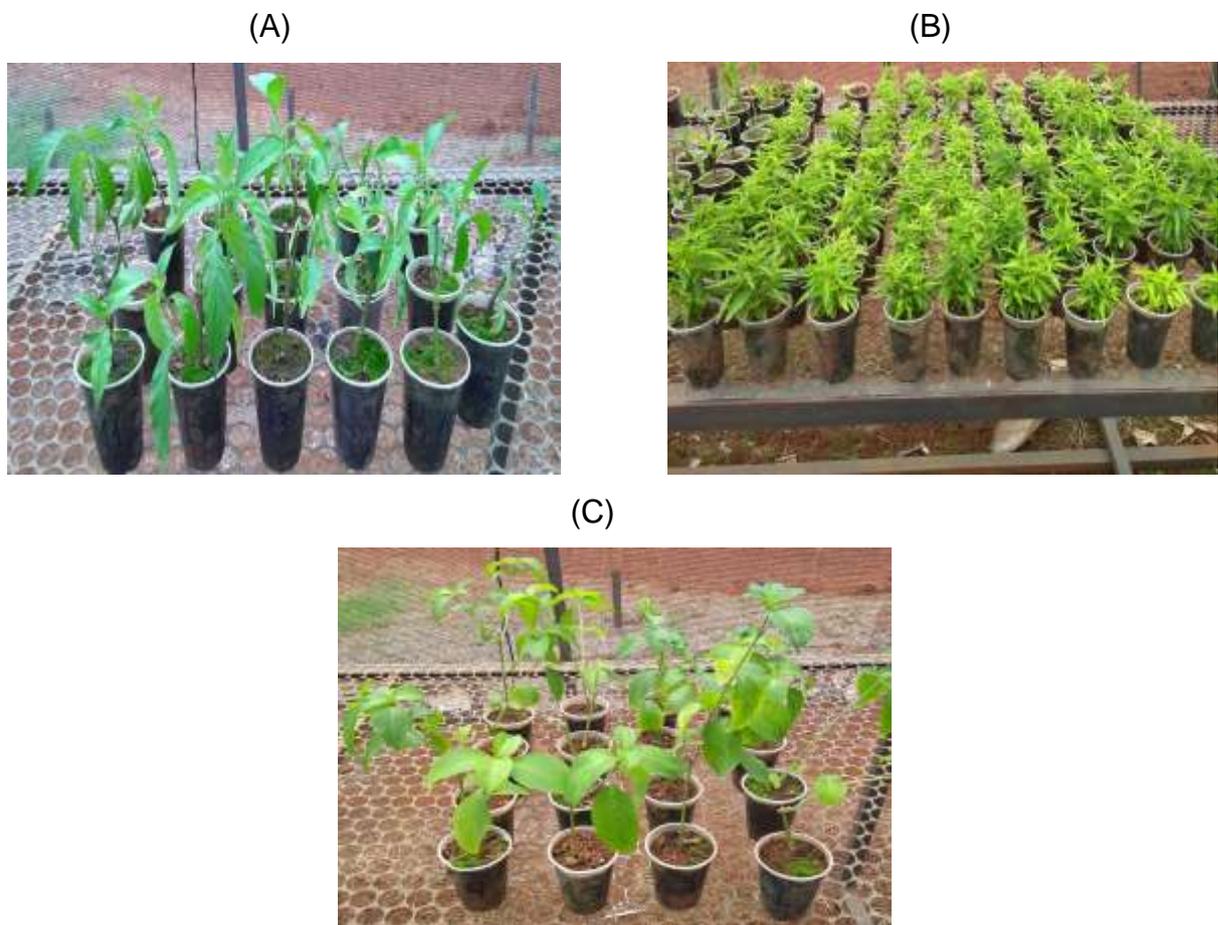
2.1 Coleta das folhas de espécies de *Justicia*

As folhas de *J. nodicaulis*, *J. pectoralis* e *J. thunbergioides* foram coletadas na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO (Figura 1). É uma área típica de Cerrado *stricto sensu*, cuja região apresenta clima tropical e de acordo com a Köppen e Geiger a classificação do clima é Aw, com altitude de aproximadamente 1000 metros (CARDOSO; MARCUZZO; BARROS, 2014). A espécie de *Justicia pectoralis* foi proveniente de propagações,

utilizando adubo orgânico de esterco bovino compostado, solo vermelho e 1 mL de calcário por muda para diminuir a acidez do solo e suprimento d'água todos os dias.

A espécie de *Justicia nodicaulis* foi coletada em mata semidecídua, ao longo do córrego da área experimental da Universidade Evangélica de Goiás – UniEvangélica e para a espécie de *Justicia thunbergioides*, utilizou-se folhas de uma única população encontrada na borda da mata existente na Trilha do Tatu (UEG/Campos), Anápolis-Go.

Figura 1 - Coleta das folhas de *J. nodicaulis* (A), *J. pectoralis* (B) e *J. thunbergioides* (C) na Unidade Experimental da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO.



Fonte: Própria autora, 2023

2.2 Secagem e pulverização das folhas

As folhas foram armazenadas em recipientes plásticos e transportadas para o Laboratório de Pesquisa em Biodiversidade (LaPeBio) da Universidade Evangélica de Goiás, em Anápolis-GO.

No laboratório, as folhas frescas foram pesadas, lavadas e colocadas para secar em estufa de secagem à 40°C, seguindo metodologia de Alves *et al.* (2010) com adaptações. O material ficou em estufa durante sete dias, após a secagem, as folhas foram colocadas em bandejas plásticas, pesadas e trituradas manualmente. Em seguida, foram colocadas em triturador elétrico de orgânicos, e na sequência o material foi passado em peneira granulométrica. O material seco e moído foi armazenado em frascos transparentes, esterilizados, lacrados e enrolados em papel alumínio para proteger da luz solar.

2.3 Obtenção dos extratos brutos das folhas

Os extratos-brutos foram obtidos a partir do material seco e pulverizado das folhas de *J. nodicaulis* (250 g), *J. pectoralis* (96,65 g) e *J. thunbergioides* (97,46 g) através da técnica de maceração dinâmica a frio (FILHO, 1998). Foram realizadas 3 extrações com hexano e 3 extrações com metanol, num intervalo de 72h entre elas, num período de 30 dias, utilizando o mesmo material.

Após a secagem e pulverização das folhas das três espécies, foram obtidos 250 g de pó de *J. nodicaulis*, 96,65 g de pó de *J. pectoralis* e 97,46 g de pó de *J. thunbergioides*. Foram obtidos os extratos brutos das espécies por meio de maceração dinâmica, utilizando-se como solventes orgânicos hexano e metanol.

Para a obtenção de extrato hexânico de *J. nodicaulis*, foram utilizados 1400 ml de hexano na primeira extração e 700 ml durante a segunda e terceira extração. Para a extração de extrato hexânico de *J. pectoralis*, foram utilizados 270,62 ml de hexano nas três extrações e para a extração de extrato hexânico de *J. thunbergioides* foram utilizados 272,88 ml de hexano nas três extrações.

Para as extrações de extratos metanólicos das três espécies, foram utilizadas as mesmas concentrações de solventes relatadas na obtenção de extrato hexânico. Em seguida, cada extrato foi concentrado à pressão reduzida em evaporador rotatório (45°C), os extratos foram armazenados em freezer (-10°C) até a sua utilização nos experimentos (Figura 2).

Como resultado, foram obtidos seis tipos de extratos, sendo três tipos de extratos hexânicos (3,57 g de extrato hexânico de *J. nodicaulis*, 1,46 g de extrato hexânico de *J. pectoralis* e 1,92 g de extrato hexânico de *J. thunbergioides*) e três tipos de extratos metanólicos (25,84 g de extrato metanólico de *J. nodicaulis*, 16,75

g de extrato metanólico de *J. pectoralis* e 8,99 g de extrato metanólico de *J. thunbergioides*).

Figura 2 - Extração dos extratos brutos das espécies de *Justicia* – A) Extração Sólido-Líquido com solvente metanólico; B) Extrato metanólico líquido; C) Extração sólido-líquido com solvente hexânico; D) Extrato hexânico líquido; E) Evaporador rotatório (45°C); F) Extrato hexânico e metanólico seco.



A



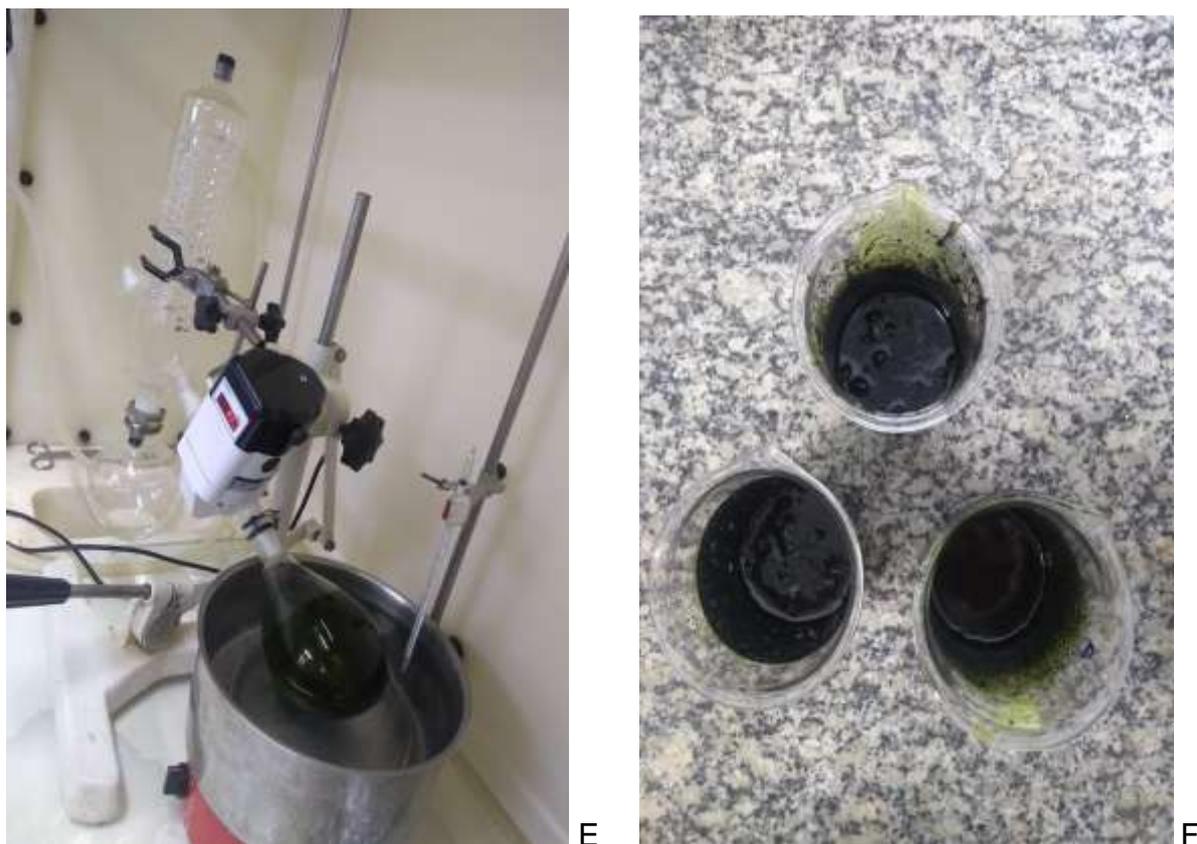
B



C



D



FONTE: Própria autora, 2023

2.4 Reativação das cepas para avaliação da atividade antibacteriana

Foram selecionadas seis cepas padrão ATCC da coleção do Laboratório de Bioensaios da Universidade Estadual de Goiás, em Anápolis-GO. As alíquotas congeladas dos micro-organismos foram repicadas em placas de Ágar Sangue e incubadas a 35°C por 24h para reativação. As cepas Gram-positivas foram: *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228, *Enterococcus faecalis* ATCC 51299 e as Gram-negativas foram: *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 e *Burkholderia cepacia* ATCC 17759.

2.5 Realização dos ensaios de difusão em disco

Os extratos metanólicos e hexânicos obtidos das partes aéreas de *Justicia nodicaulis*, *Justicia pectoralis* e *Justicia thunbergioides*, foram submetidos aos testes de atividade antibacteriana. Os testes do método de difusão em disco para o ensaio

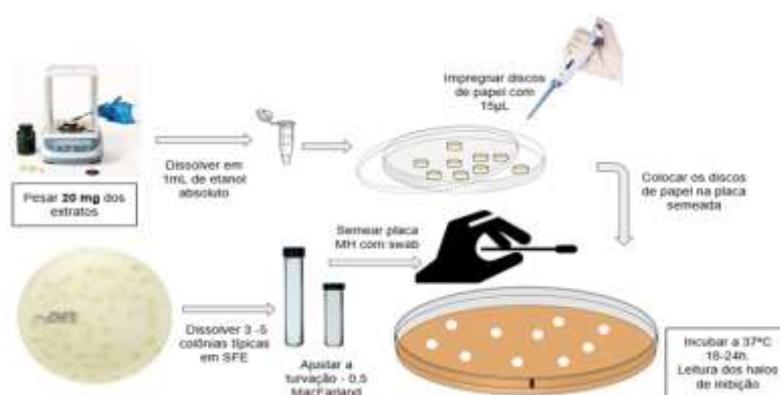
microbiológico foram realizados conforme recomendações do *Clinical and Laboratory Standard Institute* (CLSI), com modificações, para testes de susceptibilidade antimicrobiana de bactérias aeróbias (CLSI M7-A6, 2010). Os ensaios foram realizados em triplicata e em câmara de fluxo laminar (para evitar contaminações). Foram utilizadas 6 cepas-padrão *American Type Culture Collection* (ATCC) da coleção do Laboratório de Bioensaios (LabBio) da UEG e estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Micro-organismos utilizados na determinação da concentração mínima inibitória (CMI).

MICRO-ORGANISMOS	ATCC
Bactéria Gram (+)	
<i>Staphylococcus aureus</i>	25923
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	12228
<i>Enterococcus faecalis</i>	51299
Bactéria Gram (-)	
<i>Escherichia coli</i>	25922
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	27853
<i>Burkholderia cepacia</i>	17759

FONTE: Própria autora, 2023

Figura 3 - Esquematização do ensaio de atividade antibacteriana pelo método de difusão em disco dos extratos hexânicos e metanólicos das folhas de *J. nodicaulis*, *J. pectoralis* e *J. thunbergioides*.



FONTE: Própria autora, 2023

As diluições para os testes foram feitas a partir dos extratos hexânico e metanólico bruto das espécies, onde 20 µg dos extratos foram dissolvidos em Eppendorfs contendo 1 mL de etanol. Para a dissolução ser completa, as amostras foram ultrasonicadas por 15 minutos à temperatura ambiente. As amostras foram identificadas conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1 - Identificação das amostras e denominação de suas siglas.

Número	Sigla	Identificação
1	EMJP	Extrato metanólico de <i>J. pectoralis</i>
2	EHJP	Extrato hexânico de <i>J. pectoralis</i>
3	EMJN	Extrato metanólico de <i>J. nodicaulis</i>
4	EHJN	Extrato hexânico de <i>J. nodicaulis</i>
5	EMJT	Extrato metanólico de <i>J. tunbergioides</i>
6	EHJT	Extrato hexânico de <i>J. tunbergioides</i>

FONTE: Própria autora, 2023

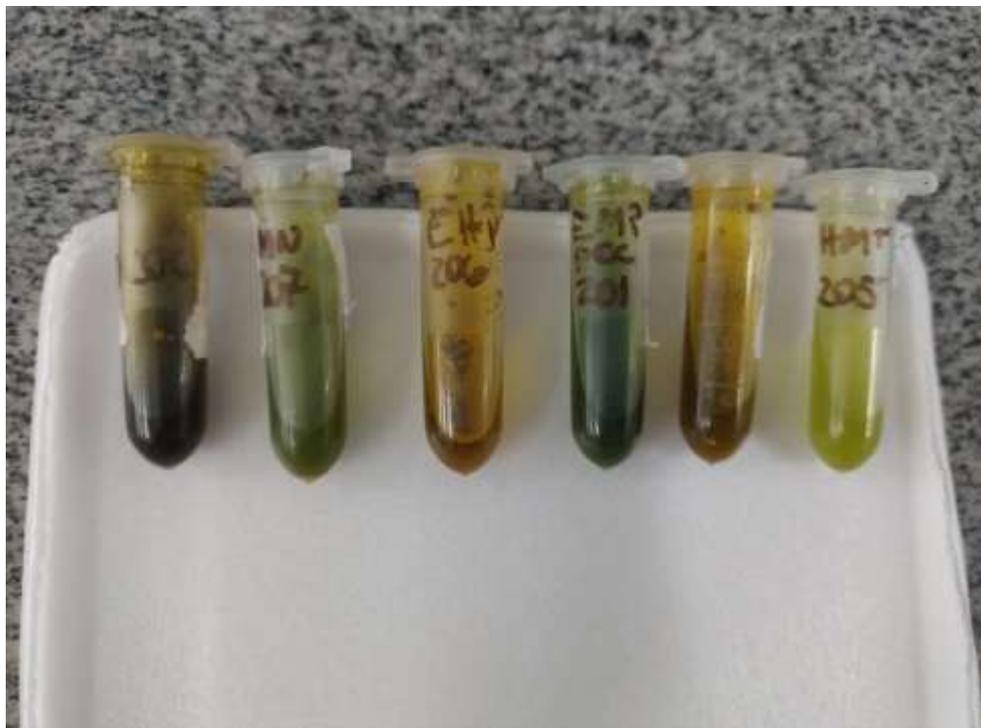
Para realização dos ensaios microbiológicos, as cepas padrão foram mantidas e conservadas de acordo com o procedimento descrito por Silva, Costa e Chinarelli (2008) com modificações. Antes da realização do ensaio, a fim de garantir a manutenção das culturas microbianas, as cepas foram descongeladas em estufa a 37° C por até 2 horas. As bactérias foram então repicadas em placas contendo Ágar BHI (*Brain Heart Infusion*) e incubadas a 35°C por 24 horas. Em seguida, foram transferidas de três a cinco colônias isoladas e típicas de cada micro-organismo para um tubo com 15 mL de caldo BHI mais 20% de glicerol.

Os tubos foram homogeneizados com agitador de tubos (vórtex) por 15 segundos e incubados por 12 horas a 35°C. Após a incubação, os tubos foram novamente homogeneizados em vórtex com posterior fracionamento de alíquotas de 1 mL em microtubos do tipo Eppendorfs, previamente esterilizados e identificados. Os Eppendorfs foram mantidos em geladeira durante sete dias a 8°C e congelados em freezer a -20°C.

Para o preparo dos inóculos, os Eppendorfs foram retirados do *freezer* até adquirirem temperatura ambiente (Figura 4). As cepas foram reativadas pela técnica do esgotamento (Figura 5). Os micro-organismos foram inoculados com auxílio de

alça de platina em placas de ágar sangue (Figura 6) e em seguida incubados à 35°C por 24 horas.

Figura 4 – Eppendorfs com cepas bacterianas em temperatura ambiente.



FONTE: Própria autora, 2023

Figura 5 – Representação esquemática da técnica de esgotamento por estrias para isolamento de colônias bacterianas.



FONTE: Própria autora, 2023

Figura 6 – Placas de Ágar sangue inoculadas com micro-organismo.



FONTE: Própria autora, 2023

Após incubação dos micro-organismos em estufa, foram transferidas de três a cinco colônias isoladas e típicas para um tubo com 5 mL de solução fisiológica 0,9%. Obteve-se uma turvação correspondente a 0,5 da escala de McFarland (10^8 UFC mL⁻¹).

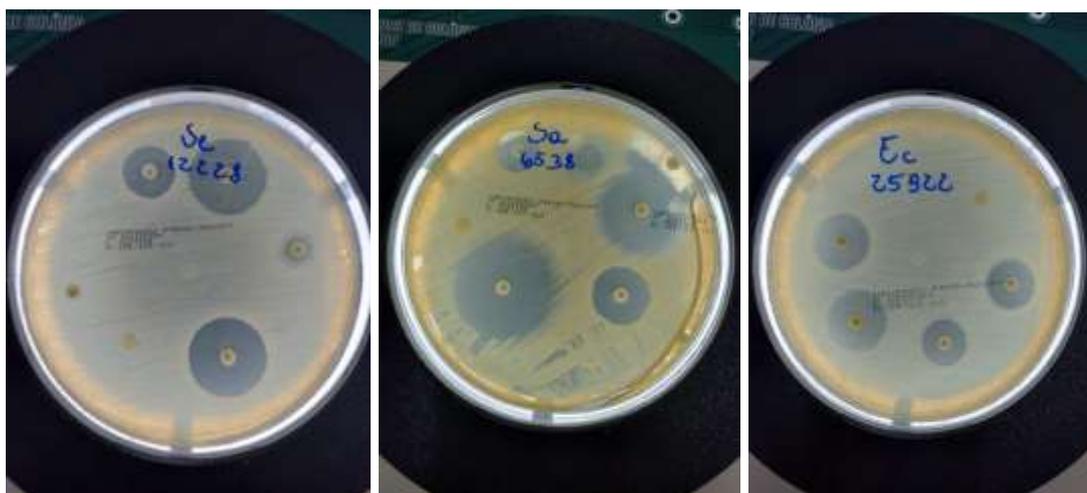
Em microbiologia, os padrões de McFarland são utilizados como uma referência para ajustar a turvação de suspensões bacterianas de modo que o número de bactérias estará dentro de um intervalo dado para padronizar o teste microbiano (BRASIL, 2008). A solução foi então diluída utilizando 0,5 mL da suspensão de micro-organismos e 4,5 mL de solução fisiológica 0,9%, atingindo, portanto, a concentração de células de 10^7 UFC mL⁻¹. O procedimento foi realizado 15 minutos antes da inoculação das placas de Ágar *Mueller Hinton* (MH).

Para determinar a atividade inibitória dos extratos, utilizou-se o método de difusão de disco. A suspensão bacteriana preparada foi usada para inocular as placas de Ágar *Mueller Hinton* (MH), com o auxílio de *swab* estéril pela técnica de semeadura em estrias por toda a superfície do meio; foram aplicados 15 µL dos extratos em discos estéreis de 6 mm de diâmetro. Os discos ficaram dispostos sobre o meio de cultura previamente inoculado,

Os controles foram realizados, em placas distintas das que foram impregnadas amostras. Para o controle negativo utilizou-se 15 µL/disco dos solventes orgânicos utilizados na dissolução das amostras (no caso etanol e

metanol). Para o controle positivo, beneficiou-se de discos adquiridos pelas empresas Sensifar e Laborclin, as quais produzem discos para antibiograma (Figura 5). Cada disco apresentava um dos seguintes antibióticos: Ampicilina 10 µg (AMP), Amoxicilina + ácido Clavulânico 30µg (AMC), Tetraciclina 30µg (TTC), Gentamicina 10 µg (GTM) e Vancomicina 30µg (VCM).

Figura 7 – Antibiograma para controle positivo das bactérias utilizadas nos experimentos.



FONTE: Própria autora, 2023

Em seguida as placas foram incubadas a 35,5°C (\pm 2°C) por cerca de 20-24 horas. As zonas de inibição foram verificadas com auxílio de lupas (marca Marconi modelo MA-600) e os diâmetros do halo de inibição medidos por meio de um paquímetro digital (marca Digital Vernier Caliper).

2.6 Leitura das placas de Petri com os discos das amostras

Após o período de incubação, a avaliação da atividade antimicrobiana foi realizada a partir da leitura dos halos de inibição do crescimento bacteriano (HI, em milímetros), feita com a utilização de um paquímetro. Os diâmetros dos halos de inibição total (ao redor dos discos) foram mensurados, incluindo o diâmetro do disco, com resultados avaliados por média \pm desvio padrão (GONÇALVES *et al.*, 2020).

Todos os testes foram realizados em triplicata para cada extrato vegetal obtido e cepa bacteriana avaliada, acompanhados de controle de viabilidade dos micro-organismos na ausência dos compostos, controle de esterilidade e antibióticos

comerciais para comparação e controle de técnica. A atividade antibacteriana do extrato foi classificada sem atividade antibacteriana (HI = 0 mm), contra as cepas bacterianas desafiadas.

3. RESULTADOS

A utilização das orientações para interpretação do antibiograma da versão brasileira do *European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing* (EUCAST), chamado *Brazilian Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing* (BrCAST), passou a ser obrigatória a todos os laboratórios clínicos brasileiros a partir de dezembro de 2019. O BrCAST tem por objetivo fornecer aos microbiologistas e clínicos uma solução permanente e atualizada para os testes de sensibilidade, disponibilizar documentos em português, e padronizar, a nível nacional, as normas dos testes de sensibilidade, adaptando os conceitos do EUCAST à realidade dos laboratórios brasileiros (Ministério da Saúde, 2018).

A seguir estão expostos os resultados dos ensaios antibacterianos realizados com extratos hexânico e metanólico das espécies vegetais frente a algumas bactérias de importância clínica. Como pode ser observado no Quadro 2, os extratos de *Justicia nodicaulis*, *Justicia pectoralis* e *Justicia thunbergioides*, testados contra as bactérias *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228, *Enterococcus faecalis* ATCC 51299, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 e *Burkholderia cepacia* ATCC 17759, não mostraram atividade antibacteriana na concentração avaliada (20 mg.mL⁻¹).

Quadro 2 - Ensaios antibacterianos realizados com extratos hexânico e metanólico de folhas de *Justicia nodicaulis*, *Justicia pectoralis* e *Justicia thunbergioides* na concentração 20mg.mL⁻¹.

Composto	EHJn	EMJn	EHJp	EMJp	EHJt	EMJt
Concentração	20mg.mL ⁻¹					
Sa 6538	G+					
1ª repetição	0	0	0	0	0	0
1ª repetição	0	0	0	0	0	0
1ª repetição	0	0	0	0	0	0

DP	0	0	0	0	0	0
Composto	EHJn	EMJn	EHJp	EMJp	EHJt	EMJt
Concentração	20mg.mL ⁻¹					
Ec 25922	G-					
1ª repetição	0	0	0	0	0	0
1ª repetição	0	0	0	0	0	0
1ª repetição	0	0	0	0	0	0
Média	0	0	0	0	0	0
DP	0	0	0	0	0	0

Legenda do quadro:

EHJN	Extrato hexânico de <i>J. nodicaulis</i>	Sa	<i>Staphylococcus aureus</i>
EMJN	Extrato metanólico de <i>J. nodicaulis</i>	Se	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
EHJP	Extrato hexânico de <i>J. pectoralis</i>	Ef	<i>Enterococcus faecalis</i>
EMJP	Extrato metanólico de <i>J. pectoralis</i>	Pa	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
EHJT	Extrato hexânico de <i>J. tunbergioides</i>	Bc	<i>Burkholderia cepacia</i>
EMJT	Extrato metanólico de <i>J. tunbergioides</i>	Ec	<i>Escherichia coli</i>
DP	Desvio padrão	G+/G-	Gram positivo e Gram negativo

3.1 Antibiograma

Os antimicrobianos são substâncias que têm a capacidade de inibir o crescimento e/ou destruir micro-organismos, portanto o principal objetivo do uso de um antibiótico é o de prevenir ou tratar uma infecção, diminuindo ou eliminando os organismos patogênicos e, se possível, preservando os germes da microbiota normal. Para isso é necessário conhecer os germes responsáveis pelo tipo de infecção a ser tratada.

Nesse estudo, foi realizado o antibiograma (tabela 2) como controle positivo contra as bactérias testadas nos experimentos com os extratos hexânicos e metanólicos das espécies de *Justicia*. Como resultado tivemos *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 12228), resistente a gentamicina; *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), resistente a amoxicilina+clavulanato, ampicilina e vancomicina. *Escherichia coli* (ATCC 25922), resistente a vancomicina e *Enterococcus faecalis* (ATCC 51299), resistente a gentamicina. *Burkholderia cepacia* (ATCC 17759) e

Staphylococcus aureus (ATCC 25923), não demonstraram resistência aos antibióticos utilizados nessa pesquisa. Os resultados corroboram os guias de antimicrobianos.

3.1.1 Ampicilina

Classe: Penicilina.

Ação: Bactericida, atua na parede celular.

Espectro de ação: Gram-positivos: estreptococos alfa e beta-hemolíticos; *Streptococcus pneumoniae* (chamado Diplococcus pneumoniae); estafilococos não produtores de penicilinase; *Bacillus anthracis*, *Clostridia spp.*; e outros.

Gram-negativos: *Haemophilus influenzae*; *Neisseria gonorrhoeae*; *Neisseria meningitidis*; *Proteus mirabilis* e muitas cepas de *Salmonella* (incluindo *Salmonella typhosa*); *Shigellae*, *Escherichia coli*.

Micro-organismos resistentes: *Klebsiella-Enterobacter*, *Proteus indol-positivos*, *Serratia*, *Pseudomonas*, riquétsias, micoplasmas e clamídias.

3.1.2 Amoxicilina+Clavulanato

Classe: Penicilina

Ação: Interferem com a parede celular, com ação bactericida.

Espectro de ação: Gram-positivas > Aeróbias: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus coagulase* negativos (incluindo *Staphylococcus epidermidis*), *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Streptococcus sp.*, *Corynebacterium spp.*, *Bacillus anthracis*, *Listeria monocytogenes*. Anaeróbias: *Clostridium spp.*, *Peptococcus spp.*, *Peptostreptococcus spp.*

Gram-negativas > Aeróbias: *Haemophilus influenzae*, *Moraxella catarrhalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Neisseria meningitidis*, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Bordetella pertussis*, *Brucella spp.*, *Vibrio cholerae*, *Pasteurella multocida*, *Gardnerella vaginalis*, *Helicobacter pylori*, *Legionella spp.*, *Yersinia enterocolitica*. Anaeróbias: *Bacteroides spp.* (incluindo o *B. fragilis*) e *Fusobacterium spp.*

3.1.3 Gentamicina

Classe: Aminoglicosídeos

Ação: bactericida;

Espectro de ação: Bacilos Gram-negativos aeróbios, como *Serratia sp*, *Proteus sp*, *Pseudomonas sp*, *Klebsiella sp*, *Enterobacter sp* e *Escherichia coli*. É ativa contra *Staphylococcus aureus*.

3.1.4 Vancomicina

Classe: Glicopeptídeos

Ação: Inibição de síntese protéica

Espectro de ação: Cocos gram-positivos (*Streptococcus* sp, *Staphylococcus* sp e *Enterococcus* sp. Boa atividade contra *Clostridium difficile*, *Listeria monocytogenes* e *Corynebacterium jeikeium*. Ativa contra *Chriseobacterium meningosepticum* e *Rhodococcus* sp.

Quadro 3 – Antibiograma para controle positivo dos experimentos testados contra as bactérias *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228, *Enterococcus faecalis* ATCC 51299, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 e *Burkholderia cepacia* ATCC 17759.

Nº	1	2	3	4	5	6
Antibióticos	Amoxicilina	Ampicilina	Gentamicina	Tetraciclina	Vancomicina	Controle Solvente
Concentração	30 µg	10 µg	10 µg	30 µg	30 µg	
Sa 6538 (G+)						
	≥ 26 mm	≥ 26 mm	18 mm	22 mm	-	
1ª repetição	39 mm	50 mm	24 mm	32 mm	18 mm	0
2ª repetição	37 mm	41 mm	23 mm	30 mm	19 mm	0
3ª repetição	40 mm	37 mm	22 mm	32 mm	18 mm	0
Média	40	39	23	31	18	0
DP	1	3	1	1	1	0
Antibióticos	Amoxicilina	Ampicilina	Gentamicina	Tetraciclina	Vancomicina	Controle Solvente
Concentração	30 µg	10 µg	10 µg	30 µg	30 µg	
Se 12228 (G+)						
	≥ 26 mm	≥ 26 mm	18 mm	22 mm	-	
1ª repetição	28 mm	23 mm	31 mm		19 mm	0
2ª repetição	31 mm	21 mm	31 mm	8 mm	21 mm	0
3ª repetição	31 mm	21 mm	31 mm	8 mm	20 mm	0
Média	31	22	31	8	20	0
DP	0	1	0	0	1	0
Antibióticos	Amoxicilina	Ampicilina	Gentamicina	Tetraciclina	Vancomicina	Controle Solvente
Concentração	30 µg	10 µg	10 µg	30 µg	30 µg	
	R < 8 / S ≥ 10	R < 8 / S ≥ 10	8 mm	-	12 mm	

Ef 51299 (G+)						
1ª repetição	42 mm	35 mm	0	36 mm	14 mm	0
2ª repetição	38 mm	30 mm	0	34 mm	15 mm	0
3ª repetição	50 mm	43 mm	0	41 mm	13 mm	0
Média	40	37	0	37	14	0
DP	3	9	0	3	1	0
Antibióticos	Amoxicilina	Ampicilina	Gentamicina	Tetraciclina	Vancomicina	Controle Solvente
Concentração	30 µg	10 µg	10 µg	30 µg	30 µg	
Pa 27853 (G-)						
1ª repetição	0	0	26 mm	14 mm	0	0
2ª repetição	0	0	24 mm	13 mm	0	0
3ª repetição	0	0	26 mm	19 mm	0	0
Média	0	0	24	15	0	0
DP	0	0	2	3	0	0
Antibióticos	Amoxicilina	Ampicilina	Gentamicina	Tetraciclina	Vancomicina	Controle Solvente
Concentração	30 µg	10 µg	10 µg	30 µg	30 µg	
Bc 17759 (G-)						
1ª repetição	40 mm	37 mm	33 mm	37 mm	23 mm	0
2ª repetição	41 mm	37 mm	27 mm	35 mm	23 mm	0
3ª repetição	38 mm	34 mm	28 mm	32 mm	21 mm	0
Média	40	36	29	34	22	0
DP	2	2	3	3	1	0
Antibióticos	Amoxicilina	Ampicilina	Gentamicina	Tetraciclina	Vancomicina	Controle Solvente
Concentração	30 µg	10 µg	10 µg	30 µg	30 µg	
Ec 25922 (G-)	18-24mm	19-26mm	19-26mm	18-25mm	-	
1ª repetição	25 mm	25 mm	19 mm	26 mm	0	0
2ª repetição	25 mm	20 mm	19 mm	26 mm	0	0
3ª repetição	26 mm	21 mm	18 mm	27 mm	0	0
Média	24	21	19	26	0	0
DP	2	2	0	0	0	0

4. DISCUSSÃO

A avaliação da atividade antibacteriana realizada pelo método de difusão em disco, dos extratos brutos hexânico e metanólico produzidos a 20 mg.mL⁻¹, das

espécies de *J. nodicaulis*, *J. pectoralis* e *J. thunbergioides*, não demonstrou atividade significativa contra a *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 12228), *Enterococcus faecalis* (ATCC 51299), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) e *Burkholderia cepacia* (ATCC 17759). Por outro lado, algumas bactérias demonstraram inibição de crescimento quando analisadas em concentrações similares a 20 mg/mL⁻¹ (10 µL).

Nirmalraj (2015), utilizando amostras de folhas de *J. gendarussa*, que foram coletadas no vilarejo de Semmedu, Kolli colinas, Tamil Nadu, sul da Índia, constatou em seus experimentos por meio do método de difusão em disco que extratos (hexano, éter dietílico, diclorometano, etil acetato e metanol) das folhas de *J. gendarussa*, demonstraram atividade antibacteriana, contra *Staphylococcus aureus* (ATCC 96), *Staphylococcus mutans* (ATCC 497), *Bacillus subtilis* (ATCC 441), *Micrococcus luteus* (ATCC 1538), *Proteus vulgaris* (ATCC 426), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 109), *Escherichia coli* (ATCC 443) e *Shigella flexneri* (ATCC 1457). Entre os extratos testados, a melhor zona de inibição foi observada com frações metanólicas de *J. gendarussa* (12 mm) contra *E. coli* (ATCC 443) e *B. subtilis* (ATCC 441). A metodologia utilizada para extração dos extratos foi o método de extração soxhlet, seguido por 6 horas com 10-12 ciclos sob condições laboratoriais. Os extratos foram então concentrados sob pressão reduzida em um giratório evaporador a vácuo (Superfit Rotavap Pub-6, Índia).

Sugumaran *et al.* (2013) testaram a atividade antibacteriana de *Justicia gendarussa* cultivados hidroponicamente em Shri AMM Murugappa Chettiar Research Centre (MCRC), Taramani, Chennai – Índia, por meio dos extratos aquoso e metanólico de folhas, caule e raízes dessa espécie. Bactérias patogênicas como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* e *Shigella* sp, foram avaliadas nesse experimento usando difusão em disco de ágar ensaio. Segundo o autor, o extrato metanólico de partes da planta *J. gendraussa* foi melhor que o extrato aquoso apresentando potente efeito antibacteriano contra as bactérias testadas e que esse resultado, pode ser devido à extração de compostos fenólicos em extrato metanólico de *J. gendraussa* e menos saponinas nos extratos aquosos.

Sikder e colaboradores (2011) avaliaram o potencial inibitório de *J. gendarussa* contra 11 diferentes cepas bacterianas. O extrato metanólico das folhas

foi dividido em quatro frações: éter de petróleo, tetracloreto de carbono, clorofórmio e aquoso. Das frações avaliadas, apenas a clorofórmica teve um bom resultado apresentando uma alta inibição contra *Bacillus cereus* (13,33 mm) e moderada contra *Salmonella paratyphi* (12,67 mm).

Yodele *et al.* (2020), analisou a atividade antibacteriana dos extratos aquoso, etanólico e metanólico, das folhas de *Justicia secunda* Vahl que foram preparados e concentrados em rotaevaporador nas concentrações 150 mg/mL, 75 mg/mL, 37,5 mg/mL e 18,75 mg/mL. Todos os extratos apresentaram atividade antibacteriana contra as bactérias teste (*Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus*) a 150 mg/mL, com exceção dos extratos aquoso e metanol que não apresentaram atividade contra *E. coli*. As bactérias teste utilizadas eram de origem clínica e foram obtidas do Departamento de Microbiologia Médica e Parasitologia do University College Hospital (UCH), Ibadan, Nigéria e de uma coleção de cultura pessoal no Laboratório de Microbiologia e Biotecnologia Ambiental, Departamento de Microbiologia, Universidade de Ibadan, Nigéria. A planta *Justicia secunda* Vahl utilizada para este estudo foi obtida no Viveiro do Departamento de Botânica da Universidade de Ibadan e a atividade antibacteriana dos extratos contra os isolados clínicos foi determinada utilizando o método de difusão em poço de ágar.

Naik *et al.* (2022) por meio dos ensaios de difusão em poço de ágar e ensaios de difusão em disco, analisaram a atividade antibacteriana de *Justicia betonia* L., testando o efeito dos extratos de acetona, aquoso, metanólico, etanólico e hexânico dessa espécie contra *Streptococcus mutans* (ATCC, 497), *Streptococcus pyogenes* (ATCC 1926), *Vibrio cholerae* (ATCC 3906) e *Shigella flexneri* (ATCC 1457). Observou-se que a zona mais alta da inibição no extrato aquoso foi de 11,5 mm contra *S. flexneri* (ATCC 1457). Extratos de metanol, acetona, etanol e hexano mostraram zona de inibição de 11,0 mm, 9,2 mm, 8,1 mm e 8,5 mm, respectivamente, contra *V. cholerae*. O resultado da concentração mínima inibitória em extrato aquoso, metanol, acetona e etanol foi de 400 mg/mm e 350 mg/mm contra *V. cholerae* (ATCC 3906) e *S. flexneri* (ATCC 1457).

Furtado *et al.* (2015) em testes para verificar efeito antimicrobiano com extratos aquosos das espécies *Eucalyptus globulus*, *Justicia pectoralis*, *Cymbopogon citratus* frente a cepas de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, avaliou a eficácia do extrato aquoso bruto dessas espécies. A avaliação da atividade

antibacteriana dos extratos das folhas das plantas do chambá, eucalipto e capim-santo, foi realizada em triplicata, empregando a técnica de poços (“hole plate”) por difusão em ágar, utilizando-se como meio o ágar *Mueller Hinton* (MH). Os extratos de *Justicia pectoralis*, testados com as bactérias *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25925) e *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 700603) não mostraram atividade antimicrobiana em nenhuma das concentrações avaliadas (100 mg/mL⁻¹, 50 mg/mL⁻¹ e 25 mg/mL⁻¹).

O aumento da resistência microbiana aos antimicrobianos existentes é um sério e crescente problema de saúde (DAVIES & DAVIES, 2010) e ao longo dos anos, a eficácia das plantas no tratamento de doenças infecciosas sugere que os micro-organismos possuam uma capacidade reduzida de se adaptar ao mecanismo de ação antimicrobiano à base de plantas (GUPTA & BIRDI, 2017).

Essa capacidade reduzida pode ser devido à diferentes metabólitos secundários produzidos pelas plantas exercerem um papel na defesa de seu próprio metabolismo, resultando em uma maior atividade dessa planta tanto contra patógenos prejudiciais a ela quanto contra patógenos relacionados aos humanos (LILA & RASKIN, 2005). Portanto, apesar do facto de a atividade antibacteriana dos extratos de folhas de *Justicia* ser inferior em comparação com antibióticos comerciais ou sintéticos, ainda pode oferecer uma promessa no desenvolvimento de futuros agentes antibacterianos.

Conforme visto, vários fatores podem afetar o conteúdo final de metabólitos secundários em plantas medicinais, tais como condições de cultivo, coleta, estabilização e estocagem, que podem ter grande influência na qualidade e, conseqüentemente no valor terapêutico de preparados fitoterápicos

Em síntese, metabólitos secundários que estão presentes em espécies do gênero *Justicia* e que apresentaram atividade antibacteriana frente a bactérias patológicas e com a utilização de extratos (polar e apolar) em concentrações similares as usadas nesse estudo, sugerem uma possível variação na composição fitoquímica relacionada a fatores de influência no conteúdo desses bioativos, como sazonalidade, temperatura, disponibilidade hídrica, radiação ultravioleta, altitude, poluição atmosférica e nutrientes das espécies de *J. nodicaulis*, *J. pectoralis* e *J. thunbergioides*, relacionados ao local de coleta, uma vez que elementos minerais presentes no solo são absorvidos pelas plantas de acordo com as suas necessidades durante o desenvolvimento, além disso, métodos de extração ou

concentrações dos extratos utilizados nos experimentos, podem interferir nos resultados.

5. CONCLUSÕES

O gênero *Justicia* está representado em regiões tropicais do mundo, incluindo o Cerrado goiano, apresentando metabólitos especiais, dentre eles alcaloides, flavonoides, taninos e outros relatados na literatura que conferem as atividades biológicas. Entretanto, os extratos hexânico e metanólico, das espécies de *J. nodicaulis*, *J. pectoralis* e *J. thunbergioides*, não apresentaram resultados promissores, mediante a atividade antibacteriana, frente as bactérias *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 12228), *Enterococcus faecalis* (ATCC 51299), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) e *Burkholderia cepacia* (ATCC 17759), visto que os halos de inibição não foram detectados, isso pode ser atribuído à baixa concentração dos metabólitos caracterizados na mesma. Diante destes resultados, faz se necessário a continuação destes estudos, realizar estudos de triagem fitoquímica para verificar a qualidade dos extratos obtidos através do método de propagação, além de pesquisas com outros micro-organismos.

Já os resultados do cultivar e propagação das espécies de *Justicia nodicaulis*, *Justicia pectoralis* e *Justicia thunbergioides*, indicam claramente que a metodologia aplica por meio da estaquia e utilização de adubo orgânico, foi eficaz, uma vez que as três espécies apresentaram um excelente desenvolvimento durante o processo de cultivo, sendo que todas as 300 estacas obtiveram propagação com brotamento eficiente. Portanto, é possível propagar e cultivar essas espécies de *Justicia* utilizando adubos e fertilizantes orgânicos.

6. Perspectivas Futuras

Diante dos dados apresentados, sugere-se a realização de estudos futuros no que se refere a triagem fitoquímica dos extratos obtidos oriundos de cultivo e propagação por estaquia das espécies *J. pectoralis*, *J. thunbergioides* e *J. nodicaules* e ainda estudos de atividade antibacteriana através do teste de diluição em caldo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGYARE, C. *et al.* Evaluation of antimicrobial and wound healing potential of *Justicia flava* and *Lannea welwitschii*. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2013, 2013.
- ALVES, M. S. M. *et al.* Análise farmacognóstica das folhas de *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) B. Verlt., Bignoniaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, p. 215-221, 2010.
- AYODELE *et al.* Phytochemical screening and antibacterial activity of *Justicia secunda* extracts. **MicroMedicine**, 2020. ISSN 2449-8947, DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.3985136>
- BALAMURUGAN, G. *et al.* Preliminary Phytochemical Screening, Free radical Scavenging and Antimicrobial activities of *Justicia tranquebariensis* Linn. **Research Journal of Pharmacy and Technology**, v. 1, n. 2, p. 116-118, 2008.
- BOUKHRAZ, A. *et al.* Evaluation of the bacteriostatic and bactericidal activity of essential oil of *Thymus Satureioides*. *Int. J. Res. Stud. Sci. Eng. Technol.*, v.3, n.3, p.24-28, **2016**.
- CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação Climática de Köppen-Geiger Para o Estado de Goiás e o Distrito Federal [Cardoso] ACTA GEOGRÁFICA. **Acta Geográfica**, v. 8, p. 40-55, 2014.
- CHOUHAN, S.; SHARMA, K.; GULERIA, S. Antimicrobial activity of some essential oils-present status and future perspectives. **Medicines**, v.4, n.58, p.1-22, 2017. doi: 10.3390/medicines4030058
- CHEN, Q.-L. *et al.* Antibiotic resistomes in plant microbiomes. **Trends in Plant Science**, v. 24, n. 6, p. 530-541, 2019.
- Clinical & Laboratory Standards Institute. CLSI M2-A8. **Padronização dos Testes de Sensibilidade a Antimicrobianos por Disco-difusão: Norma Aprovada - Oitava Edição**, v. 23, n. 1, 2003.
- CORREA, G. *et al.* Anti-inflammatory and antimicrobial activities of steroids and triterpenes isolated from aerial parts of *Justicia acuminatissima* (Acanthaceae). **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 6, n. 6, p. 75-81, 2014.
- FILHO, V. C.; YUNES, R. A. Estratégias para a obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais: conceitos sobre modificação estrutural para otimização da atividade. **Química Nova**, v. 21, n. 1, p. 99-105, 1998.
- FISHER, K.; PHILLIPS, C. **Potential antimicrobial uses of essential oils in food: Is citrus the answer?** *Trends Food Sci. Technol.*, v.19, p.156-164, 2008. doi:10.1016/j.tifs.2007.11.006

FURTADO, J. M. *et al.* Atividade antimicrobiana do extrato aquoso de *Eucalyptus globulus*, *Justicia pectoralis* e *Cymbopogon citratus* frente a bactérias de interesse. **Journal of Health Sciences**, v. 17, n. 4, 2015.

GONÇALVES, J. *et al.* *Ayahuasca beverages*: Phytochemical analysis and biological properties. **Antibiotics**, v. 9, n. 11, p. 731, 2020.

Guimarães, T. L. F., Silva, L. M. R. da, Lima, C. de B., Magalhães, F. E. A., & Figueiredo, E. altina T. de. (2020). Antimicrobial activity of microcapsules with aqueous extract of chambá(*Justicia pectoralis* Jacq). *RevistaCiência Agronômica*, 51(2), 1–8.

HINTZ, T. *et al.* The use of plant antimicrobial compounds for food preservation. **BioMed Research International**, v. 2015, 2015.

LEAL, L. K. A. M.; SILVA, A. H.; VIANA, G. S. B. *Justicia pectoralis*, a coumarin medicinal plant have potential for the development of antiasthmatic drugs? **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 27, p. 794-802, 2017.

MANANDHAR, S. *et al.* In vitro antimicrobial activity of some medicinal plants against human pathogenic bacteria. **Journal of Tropical Medicine**, v. 2019, 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 64, de 11 de dezembro. Brasil.; 2018 p. 59.

MOSTAFA, A. A. *et al.* Antimicrobial activity of some plant extracts against bacterial strains causing food poisoning diseases. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 25, n. 2, p. 361-366, 2018.

NAIK, S. K. *et al.* Antibacterial Activity of *Justicia betonica* Linn. **Asian Pacific Journal of Health Sciences**, v. 9, p. 227-230, 2022.

NIRMALRAJ, S.; M. RAVIKUMAR, M.; MAHENDRAKUMAR, M.; BHARATH, B. and PERINBAM, K. P.G. and Research Department of Botany, Government Arts College, Nandanam, Chennai, 600035, Tamil Nadu, Índia (2015).

PA, R.; MATHEW, L. Antimicrobial activity of leaf extracts of *Justicia adhatoda* L. in comparison with vasicine. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 2, n. 3, p. S1556-S1560, 2012.

POLIANCIUC, S. I. *et al.* Antibiotics in the environment: causes and consequences. **Medicine and Pharmacy Reports**, v. 93, n. 3, p. 231, 2020.

SGANZERLA, C. M. *et al.* Revisão integrativa aplicada a levantamentos etnobotânicos de plantas medicinais no Brasil. **Revista Acta Ambiental Catarinense**, v. 19, n. 1, p. 01-16, 2022.

SHARMA, A.; KUMAR, A. Antimicrobial activity of *Justicia adhatoda*. **World Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 5, p. 1332-1341, 2016.

SRIDHAR, N.; DUGGIRALA, S. L.; PUCHCHAKAYALA, G. Antimicrobial activity of ethanolic extracts of *Justicia neesii*. **Bangladesh Journal of Pharmacology**, v. 9, n. 4, p. 624-27, 2014.

SUBRAMANIAN, N.; JOTHIMANIVANNAN, C.; MOORTHY, K. Antimicrobial activity and preliminary phytochemical screening of *Justicia gendarussa* (Burm. f.) against human pathogens. **Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research**, v. 5, n. 3, p. 229-233, 2012.

TAM, J. P. *et al.* Antimicrobial peptides from plants. **Pharmaceuticals**, v. 8, n. 4, p. 711-757, 2015.

VAOU, N. *et al.* Towards advances in medicinal plant antimicrobial activity: A review study on challenges and future perspectives. **Microorganisms**, v. 9, n. 10, p. 2041, 2021.

VASANTHARAJ, S. *et al.* Antibacterial activity and photocatalytic dye degradation of copper oxide nanoparticles (CuONPs) using *Justicia gendarussa*. **Applied Nanoscience**, v. 13, n. 3, p. 2295-2302, 2023.

VASCONCELOS, F. G. **Caracterização físico-química, avaliação preliminar de toxicidade e de atividade antimicrobiana das folhas de *Justicia thunbergioides* (Lindau) Leonard. (ACANTHACEAE)**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente, Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2019.

ZENI, A. L. B. *et al.* Utilização de plantas medicinais como remédio caseiro na Atenção Primária em Blumenau, Santa Catarina, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, p. 2703-2712, 2017.

Costa LCB, Corrêa RM, Cardoso JCW, Pinto JEBP, Bertolucci SKV, Ferri PH. **Secagem e fragmentação da matéria seca no rendimento e composição do óleo essencial de capim-limão**. Horticultura Bras 2005;23(4):956-9. 17.

Venâncio ET. **Estudo dos efeitos comportamentais e neuroquímicos do extrato padronizado de *Justicia pectoralis* (chambá) em camundongos**. Fortaleza. Dissertação [Mestrado em Farmacologia] – Faculdade de Medicina; 2009. 18.

Oliveira MMM, Brugnera DF, Cardoso MG, Guimarães LGL, Piccoli RH. **Rendimento, composição química e atividade antilisterial de óleos essenciais de espécies de *Cymbopogon***. Rev Bras Plantas Med 2011;13(1)8-16. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-05722011000100002>