



**UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS - UniEVANGÉLICA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOCIEDADE, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE**  
**(PPGSTMA)**

**DAIANA DA SILVA VARGEM**

**ACANTHACEAE DO CERRADO: SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DE ESPÉCIES MEDICINAIS**  
**E MODELAGEM DE NICHOS ECOLÓGICOS DE ESPÉCIES ENDÊMICAS E AMEAÇADAS**

**ANÁPOLIS-GO**

**2023**



DAIANA DA SILVA VARGEM

**ACANTHACEAE DO CERRADO: SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DE ESPÉCIES MEDICINAIS  
E MODELAGEM DE NICHOS ECOLÓGICOS DE ESPÉCIES ENDÊMICAS E AMEAÇADAS**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, como requisito para obtenção do título de Doutora **em Ciências Ambientais**.

**Linha de Pesquisa:** Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável

**Orientadora:** Profa. Dra. Vivian da Silva Braz

**Coorientadora:** Profa. Dra. Josana de Castro Peixoto

ANÁPOLIS-GO

2023



## FICHA CATALOGRÁFICA

V297

Vargem, Daiana da Silva.

Acanthaceae do cerrado: serviços e ecossistêmicos de espécies medicinais e modelagem de nicho ecológico de espécies endêmicas e ameaçadas / Daiana da Silva Vargem - Anápolis: Universidade Evangélica de Goiás, 2023.

101 p.; il.

Orientador: Profa. Dra. Vivian da Silva Braz.

Coorientadora: Profa. Dra. Josana de Castro Peixoto.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Sociedade,

Tecnologia e Meio Ambiente – Universidade Evangélica de Goiás,

Catálogo na Fonte

Elaborado por Hellen Lisboa de Souza CRB1/1570



## FOLHA DE APROVAÇÃO

### “ACANTHACEAE DO CERRADO: SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DE ESPÉCIES MEDICINAIS E MODELAGEM DE NICHOS ECOLÓGICO DE ESPÉCIES ENDÊMICAS E AMEAÇADAS”

DAIANA DA SILVA VARGEM

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente/ PPG STMA da Universidade Evangélica de Goiás/ UniEVANGÉLICA como requisito parcial à obtenção do grau de DOUTOR.

Aprovado em 11 de dezembro de 2023.

**Linha de pesquisa: Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável**

#### Banca examinadora

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** VIVIAN DA SILVA BRAZ  
Data: 18/12/2023 08:50:41-0300  
Verifique em <https://validar.ibi.gov.br>

---

**Profa. Dra. Vivian da Silva Braz**  
**Presidente/Orientador (UniEVANGÉLICA)**

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** FRANCISCO LEONARDO TEJERINA GARRO  
Data: 18/12/2023 10:11:40-0300  
Verifique em <https://validar.ibi.gov.br>

---

**Prof. Dr. Francisco Leonardo Tejerina Garro**  
**Examinador Interno (UniEVANGÉLICA)**



Documento assinado digitalmente  
**gov.br** JOAO MAURICIO FERNANDES SOUZA  
Data: 18/12/2023 13:58:51-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

---

**Dr. João Maurício Fernandes Souza**  
**Examinador Interno (UniEVANGÉLICA)**

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** RAFAEL CHOZE  
Data: 18/12/2023 17:38:59-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

---

**Prof. Dr. Rafael Choze**  
**Examinador Externo (UFG)**

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** CARLOS DE MELO E SILVA NETO  
Data: 18/12/2023 15:09:37-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

---

**Prof. Dr. Carlos de Melo e Silva Neto**  
**Examinador Externo (IFG)**

## **DEDICATÓRIA**

Às minhas filhas gêmeas, Marcela e Beatriz, dedico este trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a Nossa Senhora, que me guiaram até aqui.

À minha família, pais, irmão e meu companheiro Paulo, pelo apoio.

À professora Dra. Vivian da Silva Braz, pelas orientações, compreensão e extrema gentileza, exemplo de ética e profissionalismo. Minha verdadeira admiração e gratidão.

À professora Dra. Josana de Castro Peixoto, pelo acolhimento, direcionamento e amizade a mim dedicados em todos esses anos. Meus sinceros agradecimentos por sempre acreditar em mim e me incentivar a prosseguir.

Aos professores e demais colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente da UniEVANGÉLICA, por todas as contribuições proporcionadas a este trabalho.

À minha grande amiga, Kelly Constante, verdadeiro presente que o doutorado me proporcionou e que levarei para a vida.

Ao meu ex aluno e estimado colega de profissão e pesquisas, Erick Lemes, por suas valiosas contribuições no desenvolvimento dos artigos, produtos desta tese.

Ao Márcio Junior, aluno do Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Territórios e Expressões Culturais no Cerrado (TECCER) da UEG, pela colaboração na obtenção dos resultados de modelagem dos nichos ecológicos.

À CAPES pelo incentivo financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos que de alguma forma fizeram parte desta conquista.

Muito obrigada!

## RESUMO

O Cerrado, segundo maior bioma do Brasil, constitui características de fauna e flora únicas, abriga espécies endêmicas e representa 1/3 das espécies de seres vivos constituintes da biodiversidade brasileira, incluindo espécies vegetais com utilização na medicina tradicional. Dentre as várias famílias botânicas que possuem importância no Cerrado, a família Acanthaceae desponta por possuir a maior representatividade florística no bioma. No Brasil, estima-se que ocorram cerca de 40 gêneros e 449 espécies, sendo pelo menos 254 endêmicas, e apesar da existência de alguns trabalhos para a flora de Acanthaceae no país, a descrição da flora desta família ainda é escassa, principalmente ao se considerar a potencialidade medicinal de algumas espécies. Em Goiás, a flora desta família botânica ainda não está descrita, fazendo-se necessários estudos de distribuição e conservação das espécies para o Estado, principalmente para as endêmicas. Os objetivos desta pesquisa foram realizar um estudo sobre plantas medicinais do Cerrado, destacando sua potencialidade na prestação de serviços ecossistêmicos (SE), com ênfase nas espécies da família Acanthaceae; e realizar modelagem do nicho ecológico para prever a distribuição potencial das Acanthaceae endêmicas no Cerrado goiano e avaliar seu estado de conservação. A metodologia utilizada foi revisão de literatura e análise de dados, para os dois primeiros capítulos da tese, e modelagem de nicho ecológico das espécies, utilizando o algoritmo Maxent, para o terceiro capítulo. Os resultados da pesquisa apontaram 63 famílias e 260 espécies mais utilizadas com fins medicinais, conforme os estudos etnobotânicos levantados. Para a família Acanthaceae, a *J. pectoralis* destaca-se como uma espécie utilizada como analgésica, anti-inflamatória e expectorante. As espécies *Aphelandra obtusa*, *Hygrophila humistrata*, *Justicia goianiensis*, *Justicia ixodes*, *Justicia pusilla*, *Ruellia rufipila*, *Ruellia umbrosa*, *Ruellia trachyphylla* e *Stenandrium irwinii*, foram identificadas como endêmicas para Goiás e Distrito Federal, sendo *S. irwinii* uma espécie considerada ameaçada. A modelagem do nicho ecológico para essas espécies demonstrou adequabilidade de nichos potenciais predominantemente nas regiões centro e norte do Estado, e as ocorrências registradas demonstraram necessidade de maiores estudos para as espécies, dada a carência de informações que atestem a ocorrência atual das populações, aliado ao fato de as ocorrências conhecidas para algumas espécies não estarem abrangidas por Unidades de Conservação de nenhuma natureza.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cerrado. Acanthaceae. Serviços Ecológicos. Modelagem de nicho ecológico. Conservação de espécies.

### **ABSTRACT**

The Cerrado, the second largest biome in Brazil, has unique fauna and flora characteristics, is home to endemic species and represents 1/3 of the species of living beings that make up Brazilian biodiversity, including plant species used in traditional medicine. Among the various botanical families that are important in the Cerrado, the Acanthaceae family stands out as having the greatest floristic representation in the biome. In Brazil, it is estimated that there are around 40 genera and 449 species, of which at least 254 are endemic, and despite the existence of some studies on the Acanthaceae flora in the country, the description of the flora of this family is still scarce, especially when considering the medicinal potential of some species. In Goiás, the flora of this botanical family has not yet been described, making studies on the distribution and conservation of the species necessary for the State, especially for the endemic ones. The objectives of this research were to carry out a study on medicinal plants in the Cerrado, highlighting their potential in providing ecosystem services (ES), with an emphasis on species from the Acanthaceae family; and carry out ecological niche modeling to predict the potential distribution of endemic Acanthaceae in the Cerrado of Goiás and their conservation status. The methodology used was literature review and data analysis, for the first two chapters of the thesis, and ecological niche modeling of the species, using the Maxent algorithm, for the third chapter. The research results identified 63 families and 260 species most used for medicinal purposes, according to the ethnobotanical studies surveyed. For the Acanthaceae family, *J. pectoralis* appears as a species used as an analgesic, anti-inflammatory and expectorant. The species *Aphelandra obtusa*, *Hygrophila humistrata*, *Justicia goianiensis*, *Justicia ixodes*, *Justicia pusilla*, *Ruellia rufipila*, *Ruellia umbrosa*, *Ruellia trachyphylla* and *Stenandrium irwinii*, were identified as endemic to Goiás and the Federal District, with *S. irwinii* being a species considered threatened. The modeling of the ecological niche for these species demonstrated the suitability of potential niches predominantly in the central and northern regions of the State, and the recorded occurrences demonstrated the need for further studies for the species, given the lack of information that attests to the current occurrence of the populations, combined with the fact that the known occurrences for some species are not covered by Conservation Units of any nature.

**KEY WORDS:** Cerrado Biome. Acanthaceae. Ecosystem Services. Ecological niche modeling. Species conservation.

## LISTA DE FIGURAS

### ARTIGO 4: NICHOS POTENCIAIS DAS ACANTHACEAE ENDÊMICAS DE GOIÁS E DO DISTRITO FEDERAL UTILIZANDO MODELAGEM DE NICHOS ECOLÓGICOS

<b>Figura 1</b>	O ciclo da modelagem do nicho ecológico.....	66
<b>Figura 2</b>	Holótipo de <i>Apheandra obtusa</i> .....	71
<b>Figura 3</b>	Material tipo de <i>Hygrophila humistrata</i> .....	72
<b>Figura 4</b>	Hábito de <i>Justicia goianiensis</i> .....	73
<b>Figura 5</b>	Inflorescência de <i>Justicia ixodes</i> .....	74
<b>Figura 6</b>	Inflorescência de <i>Ruellia rufipilla</i> .....	75
<b>Figura 7</b>	Hábito de <i>Ruellia trachyphylla</i> .....	76
<b>Figura 8</b>	Inflorescência de <i>Stenandrium irwinii</i> .....	77
<b>Figura 9</b>	Inflorescência de <i>Justicia pusilla</i> .....	78
<b>Figura 10</b>	Inflorescência de <i>Ruellia umbrosa</i> .....	79
<b>Figura 11</b>	Modelo de Nicho potencial e área sob a curva (AUC) de <i>Justicia goianienses</i> .....	81
<b>Figura 12</b>	Modelo de Nicho potencial e área sob a curva (AUC) de <i>Justicia ixodes</i> .....	82
<b>Figura 13</b>	Modelo de Nicho potencial e área sob a curva (AUC) de <i>Ruellia rufipila</i> .....	82

<b>Figura 14</b>	Modelo de Nicho potencial e área sob a curva (AUC) de <i>Ruellia trachyphylla</i> .....	83
<b>Figura 15</b>	Modelo de Nicho potencial e área sob a curva (AUC) de <i>Stenandrium irwinii</i> .....	83
<b>Figura 16</b>	Pontos de coleta de <i>Hygrophila humistrata</i> em Goiás e do Distrito Federal.....	87
<b>Figura 17</b>	Pontos de coleta de <i>Justicia goianiensis</i> em Goiás e do Distrito Federal.....	87
<b>Figura 18</b>	Modelo de nicho ecológico potencial e área sob a curva (AUC) de <i>Justicia goianiensis</i> em sobreposição às UCs de Goiás e DF.....	89
<b>Figura 19</b>	Pontos de coleta de <i>Justicia ixodes</i> em Goiás e do Distrito Federal.....	90
<b>Figura 20</b>	Modelo de nicho ecológico potencial e área sob a curva (AUC) de <i>Justicia ixodes</i> em sobreposição às UCs de Goiás e DF.....	90
<b>Figura 21</b>	Pontos de coleta de <i>Ruellia rufipilla</i> em Goiás e do Distrito Federal.....	91
<b>Figura 22</b>	Modelo de nicho ecológico potencial e área sob a curva (AUC) de <i>Ruellia rufipilla</i> em sobreposição às UCs de Goiás e DF.....	92
<b>Figura 23</b>	Pontos de coleta de <i>Ruellia trachyphylla</i> em Goiás e do Distrito Federal.....	92
<b>Figura 24</b>	Modelo de nicho ecológico potencial e área sob a curva (AUC) de <i>Ruellia trachyphylla</i> em sobreposição às UCs de Goiás e DF.....	93
<b>Figura 25</b>	Pontos de coleta de <i>Stenandrium irwinii</i> em Goiás e do Distrito Federal.....	94
<b>Figura 26</b>	Modelo de nicho ecológico potencial em sobreposição às UCs de Goiás e DF e área sob a curva de <i>Stenandrium irwinii</i> .....	94

## LISTA DE QUADROS

### ARTIGO 2: PLANTAS MEDICINAIS DO CERRADO: ESTUDOS ETNOBOTÂNICOS E ETNOFARMACOLÓGICOS

**Quadro 1** Tipo e número de publicações localizadas e selecionadas nas bases de dados conforme a abordagem da temática pesquisada.....37

**Quadro 2** Estudos sobre etnobotânica e etnofarmacologia de plantas medicinais do Cerrado entre 2000 e 2022.....37

### ARTIGO 3: SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DA FLORA MEDICINAL DO CERRADO

<b>Quadro 1</b>	Aspectos das Contribuições Materiais da Natureza às Pessoas.....	54
<b>Quadro 2</b>	Aspectos das Contribuições Materiais da Natureza às Pessoas.....	55
<b>Quadro 3</b>	Problemas socioambientais do Cerrado associados a vetores diretos antrópicos.....	58

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1: POTENCIAL MEDICINAL DAS ACANTHACEAE DO CERRADO

<b>Tabela 1</b>	Comparação entre as três principais classificações para Acanthaceae.....	26
<b>Tabela 2</b>	Espécies de Acanthaceae ocorrentes no Brasil que possuem potencial medicinal.....	28

## **ARTIGO 4: NICHOS POTENCIAIS DAS ACANTHACEAE ENDÊMICAS DE GOIÁS E DISTRITO FEDERAL UTILIZANDO MODELAGEM DE NICHOS ECOLÓGICOS**

<b>Tabela 1</b>	Variáveis ambientais utilizadas nas modelagens de nicho ecológico.....	68
<b>Tabela 2</b>	Registros de distribuição das espécies.....	79

### **LISTA DE SIGLAS**

APA	Área de Proteção Ambiental
PARNA	Parque Nacional
RENISUS	Relação de Plantas Medicinais de Interesse do SUS
SUS	Sistema Único de Saúde
UC	Unidade de Conservação

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>ARTIGO 1 POTENCIAL MEDICINAL DAS ACANTHACEAE DO CERRADO</b>	
RESUMO.....	20
ABSTRACT.....	20
INTRODUÇÃO.....	21
METODOLOGIA.....	22

RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
REFERÊNCIAS.....	30

**ARTIGO 2 PLANTAS MEDICINAIS DO CERRADO: ESTUDOS ETNOBOTÂNICOS E ETNOFARMACOLÓGICOS**

RESUMO.....	32
ABSTRACT.....	32
INTRODUÇÃO.....	33
METODOLOGIA.....	35
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
REFERÊNCIAS.....	47

**ARTIGO 3 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DA FLORA MEDICINAL DO CERRADO**

RESUMO.....	49
ABSTRACT.....	49
INTRODUÇÃO.....	50
METODOLOGIA.....	52
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
REFERÊNCIAS.....	60

**ARTIGO 4 NICHOS POTENCIAIS DAS ACANTHACEAE ENDÊMICAS DE GOIÁS E DO DISTRITO FEDERAL UTILIZANDO MODELAGEM DE NICHOS ECOLÓGICOS**

INTRODUÇÃO.....	62
METODOLOGIA.....	68
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	96
REFERÊNCIAS.....	97

## INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, constituindo 23% do território nacional. Possui características de fauna e flora únicas, abriga espécies endêmicas e representa 1/3 das espécies de seres vivos constituintes da biodiversidade brasileira, incluindo espécies vegetais com utilização na medicina tradicional. Neste bioma já foram catalogadas mais de 11 mil espécies de plantas vasculares, das quais várias possuem utilização regional com forte impacto cultural e econômico nas comunidades locais. As utilizações mais frequentes e importantes das espécies vegetais do Cerrado ocorrem nas propriedades rurais, onde destaca-se a importância alimentar e medicinal, indicando o grande potencial comercial de espécies do Cerrado, o que tem despertado a atenção das indústrias agrícolas e farmacêuticas (GANEM, 2011; RODRIGUES; CARVALHO, 2001).

Ao se considerar a potencialidade da biodiversidade do Cerrado, especialmente da flora, constata-se que este bioma tem considerável capacidade de oferecer um importante serviço ecossistêmico que é o de provisão de recursos vegetais, especialmente de plantas com potencial medicinal. Entretanto o cenário de ocupação de terras existentes sugere uma grande ameaça a este serviço (BRASIL, 2006). Embora existam medidas legislativas que assegurem a proteção de florestas e remanescentes de florestas no Brasil, tais normativas são questionadas a respeito de sua eficácia. Assim, projeta-se para o Cerrado um processo de extinção de várias de suas espécies, incluindo a flora com potencial medicinal, em grande medida devido ao desconhecimento de sua importância enquanto serviço ecossistêmico, de sua exploração indiscriminada e da falta de estudos sobre a distribuição geográfica destas espécies (SENA, 2018).

No contexto da utilização de recursos naturais dos biomas pelas populações humanas, é preciso levar em conta as relações socioculturais que estão diretamente envolvidas com sua conservação. A degradação ambiental ameaça não somente a biodiversidade, mas também o acervo cultural das populações que fazem uso desta. Como exemplo, pode-se citar o conhecimento do uso medicinal de diversas espécies vegetais, que é repassado de geração para geração, e que pode desaparecer com a extinção das espécies. Por outro lado, as práticas empíricas e culturais, se mal conduzidas, podem levar ao extrativismo não sustentável. Nesse sentido, torna-se imprescindível identificar a distribuição e o estado de conservação das espécies, utilizando modelos de nichos ecológicos. Tais modelos buscam quantificar a relação

modelo/ambiente com base em fatores ambientais de modo a prever a distribuição das espécies em função da limitação fisiológica e do ecossistema (PEREIRA, 2014).

Dentre as várias famílias botânicas com importância no contexto da biodiversidade, destaca-se a família Acanthaceae, a qual possui umas das maiores representatividades florísticas no mundo, no Brasil e no bioma Cerrado. Esta família 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. Os dois gêneros mais numerosos são *Justicia sensu lato* com cerca de 600 espécies, e *Ruellia* com cerca de 250 espécies (WASSHAUSEN; WOOD, 2004). A maior importância da família é como ornamental, entretanto, algumas espécies são utilizadas com fins medicinais em várias partes do mundo (HEYWOOD, 1985). Apesar de ainda serem poucos os estudos que destacam a importância medicinal da família Acanthaceae, essa importância tem atraído atenção de pesquisas com objetivo de explorar o papel medicinal destas espécies (KHAN et al., 2017). No Brasil, a espécie *Justicia pectoralis*, popularmente conhecida como doutorzinho ou anador, aparece como uma das espécies de Acanthaceae mais utilizadas com fins medicinais, conforme estudos etnobotânicos e fitoquímicos realizados (MASSAROTTO, 2009; CUNHA E BORTOLOTTI, 2011).

No Brasil as plantas da família Acanthaceae concentram-se principalmente nas regiões florestais do Sudeste e Centro-Oeste, predominantemente nas matas secas, e estima-se que ocorram cerca de 40 gêneros e 449 espécies, sendo pelo menos 254 endêmicas (PROFICE et al., 2015). Em um contexto regional, um estudo de levantamento de campo e baseado em material de herbário realizado por Villar em 2009, estimou para o Distrito Federal a ocorrência de 8 gêneros representados por 28 espécies. Para o Estado de Goiás, a flora das Acanthaceae ainda não foi finalizada, entretanto, o projeto Flora e Funga do Brasil de 2020, aponta a ocorrência de 85 espécies em 18 gêneros. Para o Cerrado, os registros da Flora do Brasil indicam a ocorrência de 19 gêneros e 142 espécies (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2020).

Devido ao elevado valor agregado à família Acanthaceae e sua expressiva biodiversidade é que estudos como os etnobotânicos e de rastreio florístico atuam como agentes investigativos e dinâmicos dos usos múltiplos dos vegetais atraindo investimentos sustentáveis e consequente desenvolvimento regional (OLIVEIRA et al., 2009). Nesse aspecto, imerso a um patrimônio imensurável com elevado valor

potencial, é que se vislumbra à diversidade de espécies da família Acanthaceae, atender a necessidade atual de novas substâncias com potencial farmacológico, como por exemplo, metabólitos secundários com potencial antimicrobiano.

Metabólitos secundários produzidos por plantas constituem-se em uma importante fonte de substâncias bioativas. Plantas superiores apresentam amplo espectro de atividade e inibição comprovada contra bactérias e fungos, sendo que essas propriedades terapêuticas são atribuídas a produtos do metabolismo secundário. Extratos e óleos de várias espécies vegetais mostraram-se eficientes no controle de fungos relacionados a infecções diversas e uma variedade de bactérias patogênicas (SHARMA et al., 2020).

A notável diversidade química de plantas e a sua impressionante capacidade de sintetizar novos compostos altamente complexos com propriedades semelhantes a medicamentos, fornecem evidências de que novos fármacos ainda podem ser descobertos entre as cerca de 350.000 espécies de plantas vasculares conhecidas, muitas das quais permanecem quimicamente inexploradas. Estima-se que dos 185 medicamentos de pequenas moléculas aprovados para o câncer nos últimos 30 anos, 65% eram derivados ou inspirados em produtos naturais, como exemplo temos o paclitaxel, docetaxel e carbazitaxel derivados de espécies de *Taxus*, além da omacetaxina derivada das espécies de *Cephalotaxus*, pertencentes à família Taxaceae (HOWES et al., 2020). No Brasil, apesar da enorme biodiversidade, as pesquisas que exploram a potencialidade da sua flora medicinal ainda são escassas, e existem poucos exemplos de medicamentos desenvolvidos no país, contudo, alguns compostos naturais derivados da biodiversidade brasileira inspiraram o desenvolvimento de medicamentos, como por exemplo a tubocurarina derivada da espécie *Chondodendron tomentosum* (Menispermaceae), um potente alcalóide relaxante muscular que deu origem a outros derivados como o atracúrio, o decametônio e o suxametônio. Além desse, o alcaloide pilocarpina, isolado de espécies de *Pilocarpus* (Rutaceae), também é derivado de espécies vegetais brasileiras sendo usado como agonista colinesterásico em disfunções de glândulas salivares (BOLZANI et al., 2012).

Estudos já realizados com diferentes espécies da família Acanthaceae, por exemplo a *Justicia acuminatissima*, apresentaram atividade antibacteriana para bactérias e fungos (CORRÊA, 2013). Além disso, Nunes et al., (2018) também demonstraram ação antimicrobiana a partir do extrato seco de *Justicia pectoralis*. Com isso, percebe-se uma atenção especial da terapêutica moderna por novas substâncias que apresentam

características antimicrobianas e o desenvolvimento de tal não é possível sem a contribuição dos produtos de origem natural, como extratos, exsudatos e metabólitos de vegetais superiores (CALIXTO, 2003; RIBEIRO, 2013).

Nesse sentido, considerando-se o potencial da família na prestação de serviços ecossistêmicos, como por exemplo o uso medicinal de algumas espécies como a *Justicia pectoralis*, a qual está elencada na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse do SUS (RENISUS), este estudo justifica-se pela necessidade de ampliação de informações socioeconômicas e ambientais que possibilitem identificar a contribuição destas plantas a partir do bioma Cerrado.

Sabe-se que as espécies estão distribuídas desigualmente na natureza, com pequenas áreas com grande quantidade de espécies, os *hotspots*, e devido ao acelerado nível de degradação consequente da ação humana, estas áreas são de grande relevância e tem merecido atenção especial da biologia da conservação (MYERS et al., 2000). Outro aspecto a ser considerado é o alto endemismo observado no Cerrado, onde as espécies endêmicas estão cada vez mais ameaçadas pelas ações antrópicas. Estima-se para o bioma, cerca de 44% de endemismo do total de sua flora (MYERS et al., 2000; OLIVEIRA; PIETRAFESA; BARBALHO, 2009). No Cerrado goiano estão relatadas nove espécies endêmicas da família Acanthaceae: *Aphelandra obtusa*, *Hygrophila humistrata*, *Justicia goianiensis*, *Justicia ixodes*, *Justicia pusilla*, *Ruellia rufipila*, *Ruellia umbrosa*, *Ruellia trachyphylla* e *Stenandrium irwinii*, sendo a espécie *S. irwinii* categorizada como ameaçada pelas listas oficiais (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2020).

Com isso, torna-se imprescindível o conhecimento da distribuição das espécies do Cerrado, principalmente para biologia da conservação, onde as informações possam ser utilizadas como mecanismos subsidiários na localização de áreas prioritárias para a conservação e avaliação de unidades de conservação existentes, tanto para a preservação das espécies raras, quanto para a biodiversidade como um todo.

Nesse aspecto, este estudo justifica-se pela necessidade de ampliação do conhecimento da distribuição potencial, com a finalidade de conservação e preservação biológica de espécies da família Acanthaceae no Cerrado, principalmente aquelas consideradas ameaçadas e as endêmicas para o bioma, e mais especificamente as endêmicas do Cerrado goiano.

O objetivo geral desta pesquisa é identificar as espécies de plantas do Cerrado com potencial medicinal, discutir sobre a potencialidade dos serviços

ecossistêmicos prestados por estas plantas no bioma, e também realizar o estudo de distribuição do nicho potencial das Acanthaceae endêmicas do Cerrado goiano, utilizando ferramenta de modelagem de nicho ecológico, e assim contribuir com dados relevantes para aprimorar o conhecimento da flora do Cerrado e sua conservação.

## ARTIGO 1

(Publicado na Revista Fronteiras)

### POTENCIAL MEDICINAL DAS ACANTHACEAE DO CERRADO

#### MEDICINAL POTENTIAL OF CERRADO ACANTHACEAE

#### RESUMO

O Cerrado possui características de fauna e flora únicas, abriga espécies endêmicas e representa 1/3 das espécies de seres vivos constituintes da biodiversidade brasileira. A família Acanthaceae é distribuída por regiões tropicais e subtropicais de todo o mundo. Desta forma, o objetivo deste estudo foi realizar revisão bibliográfica e análise de dados a respeito do potencial medicinal das Acanthaceae do Cerrado. A metodologia utilizada neste estudo foi a revisão bibliográfica e de análise de dados, a qual se mostrou mais adequada para este tipo de pesquisa, porque visa identificar a produção quantitativa e qualitativa do tema em questão nos últimos anos. Dentre os estudos realizados sobre as diferentes espécies de plantas medicinais do Cerrado, destacam-se as espécies da família Acanthaceae, a qual possui no Brasil um dos principais centros de sua biodiversidade. Considerando-se a contribuição quanto aos serviços ecossistêmicos fornecidos pelas plantas com potencialidade medicinais do Cerrado, a conservação desse bioma é assunto que precisa ser discutido pelos programas governamentais em parcerias com as comunidades científicas, para que seu patrimônio seja preservado.

**Palavras-Chave:** plantas medicinais do Cerrado; Acanthaceae do Cerrado; conservação do Cerrado.

#### ABSTRACT

The Cerrado has unique fauna and flora characteristics, shelters endemic species and represents 1/3 of the species of living beings that make up Brazilian biodiversity. The Acanthaceae family is distributed in tropical and subtropical regions around the world. Thus, the objective of this study was to carry out a literature review and data analysis regarding the medicinal potential of Acanthaceae from the Cerrado. The methodology used in this study was the literature review and data analysis, which proved to be more suitable for this type of research, because it aims to identify the quantitative and qualitative production of the subject in question in recent years. Among the studies carried out on the different species of medicinal plants in the Cerrado, the species of the Acanthaceae family stand out, which has one of the main centers of its biodiversity in Brazil. Considering the contribution to the ecosystem services provided by plants with medicinal potential in the Cerrado, the conservation of this biome is an issue that needs to be discussed by government programs in partnership with scientific communities, so that its heritage is preserved.

**Keywords:** medicinal plants of the Cerrado; Cerrado Acanthaceae; conservation of the Cerrado.

## INTRODUÇÃO

O Cerrado está localizado predominantemente no planalto central sendo considerado um dos maiores complexos vegetacionais de heterogeneidade fitofisionômica. Toda a área ocupada pelo Cerrado abrange sete Estados brasileiros: Goiás, Tocantins, Maranhão, Piauí, Bahia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e o Distrito Federal (SANO; ALMEIDA, 1998).

O Cerrado corta diagonalmente o Brasil no sentido nordeste-sudoeste, e sua área central limita-se com quase todos os outros biomas, à exceção dos Campos Sulinos e os ecossistemas costeiros e marinhos. Situa-se entre 5° e 20° de latitude Sul e de 45° a 60° de longitude oeste (AGUIAR et al., 2004; SILVA et al., 2008). Observa-se ainda áreas de transição ou fragmentos isolados de Cerrado com outros biomas como a Floresta Amazônica, Caatinga, Mata Atlântica e Floresta de Pinheiros, nos Estados de Rondônia, Amapá, Amazonas, Pará, São Paulo, Roraima, Paraná, Ceará, Pernambuco, Sergipe e Alagoas (HENRIQUES, 2005).

O Cerrado possui características de fauna e flora únicas, abriga espécies endêmicas e representa 1/3 das espécies de seres vivos constituintes da biodiversidade brasileira, incluindo espécies vegetais com utilização na medicina tradicional. Atualmente no Bioma Cerrado são catalogadas mais de 11 mil espécies de plantas vasculares, das quais várias possuem utilização regional com forte impacto cultural e econômico nas comunidades locais. As utilizações mais frequentes e importantes das espécies vegetais do Cerrado ocorrem em propriedades rurais, onde destaca-se a importância alimentar e medicinal, indicando o grande potencial comercial de espécies do Cerrado, o que tem despertado a atenção das indústrias agrícolas e farmacêuticas (GANEM, 2011; RODRIGUES; CARVALHO, 2001).

O uso de plantas medicinais tem se intensificado em todo o mundo nas últimas décadas. O aumento de dependência por produtos sintéticos, faz com que os produtos naturais sejam vistos como uma forma saudável de prevenção, cura e combate para determinadas doenças, desta forma, cerca de três quartos da população mundial faz uso de medicamentos à base de plantas como forma de manutenção da saúde, como exemplo a Acanthaceae (OMS, 2011).

A família Acanthaceae é distribuída por regiões tropicais e subtropicais de todo o mundo, algumas com menos representatividade que é o caso das áreas

temperadas. Os principais centros de diversidade da família são a África tropical, o sudeste da Ásia, Malásia, Madagascar, Índia, Brasil, a região Andina, México e América Central. Aproximadamente 240 gêneros e 3.240 espécies são encontradas nessas regiões (VILLAR, 2009; OLIVEIRA et al., 2016).

Muito embora as Acanthaceae não possuam sinapomorfias morfológicas que as caracterizem (INDRIUNAS, 2011) os membros da família compreendem plantas herbáceas e subarborescentes, lianas e mais raramente arbustos; folhas geralmente opostas e decussadas, simples e sem estípulas, em muitos casos com cristólitos, flores hermafroditas, com cálice persistente, pentâmeras, gamopétalas, geralmente reunidas em inflorescências vistosas, com brácteas coloridas; androceu com 2 ou 4 estames, às vezes com estaminódios presentes, possuem inflorescências racemosas, cimosas, espigas, geralmente com 1 bráctea e 2 bractéolas por flor e os frutos são na sua maioria do tipo cápsula loculicida, com deiscência explosiva, raro drupas, sementes geralmente planas, glabras ou pilosas (KAMEYAMA, 1995; WASSHAUSEN, 1995; BRAZ; CARVALHO-OKANO; KAMEYAMA, 2002; KAMEYAMA, 2006; VILAR, 2009; SARTIN, 2015; OLIVEIRA et al., 2016).

No Brasil são encontradas aproximadamente 40 gêneros e 449 espécies, sendo que dessas ao menos 254 são espécies endêmicas. Embora haja uma má delimitação das espécies brasileiras, devido à ausência de trabalhos taxonômicos, morfoanatômicos e quimiotaxonômicos recentes e mais abrangentes, a família é bem representada na flora do Brasil, sendo encontrada em todos os Biomas brasileiros (SARTIN, 2015).

Nas folhas são encontradas características geralmente compartilhadas por grande maioria das espécies, opostas cruzadas, simples e sem estípulas, e em muitos casos com a presença de cristólitos, e embora algumas funções sobre os cristólitos sejam descritas, como exemplo a proteção à herbívoros e a invasão de fungos, são raras as informações sobre a importância da presença dos mesmos nas plantas (VILLAR, 2009). Os fatores ambientais podem inibir o desenvolvimento dos cristólitos, principalmente em indivíduos jovens, sendo a ausência de luz e de dióxido de carbono na atmosfera considerados os principais destes fatores (VILLAR, 2009; SARTIN, 2015).

Assim, o objetivo deste estudo foi realizar revisão bibliográfica e análise de dados a respeito do potencial medicinal das Acanthaceae do Cerrado.

## **METODOLOGIA**

A metodologia utilizada neste estudo foi a revisão bibliográfica e de análise de dados, a qual se mostrou mais adequada para este tipo de pesquisa, porque visa identificar a produção quantitativa e qualitativa do tema em questão nos últimos anos.

Foi definido como período de levantamento, obras publicadas a partir do ano 2000. Obras clássicas e de relevância para a pesquisa, que antecederiam a referida data, foram incluídas na amostragem por serem alicerce do referido estudo. Obras que não eram clássicas e que antecederiam o ano de 2000, foram excluídas da amostragem.

As bases de dados definidas para a pesquisa foram as bibliotecas virtuais do Portal de Periódicos da CAPES e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

Os descritores utilizados nas buscas foram: “Plantas medicinais do Cerrado”, “Acanthaceae do Cerrado” e “Plantas Medicinais e Conservação do Cerrado”.

A seleção foi feita com base na maior proximidade com o tema pesquisado, a partir da leitura dos títulos ou dos resumos.

A partir da seleção dos trabalhos, as informações gerais que caracterizam as obras foram sistematizadas considerando as seguintes categorias de abordagem: etnobotânica, etnofarmacologia, bioprospecção e conservação do Cerrado, e as obras sobre as espécies da família Acanthaceae foram priorizadas.

A partir da leitura dos títulos ou dos resumos das obras que resultaram das buscas realizadas, foram selecionados os trabalhos mais relevantes que embasaram essa pesquisa.

A discussão dos resultados foi realizada com o desenvolvimento do texto analítico quantitativo descritivo e qualitativo conforme o conteúdo das obras selecionadas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Dentre os estudos realizados sobre as plantas medicinais do Cerrado, observa-se a ocorrência de espécies de diversas famílias botânicas, entretanto poucos registros são encontrados para as espécies da família *Acanthaceae*, a qual possui no Brasil, e principalmente no Cerrado, um dos principais centros de sua biodiversidade, incluindo espécies com uso medicinal (WASSHAUSEN; WOOD, 2004). Nesse sentido, pode-se inferir que mesmo com uma extensa revisão da literatura sobre plantas medicinais do Cerrado brasileiro, muitas plantas ainda possuem poucos estudos realizados e estão fora dos olhares da ciência.

As *Acanthaceae* foram descritas por Jussieu em 1789 na obra *Genera Plantarum*, e a monografia de Nees von Esenbeck de 1847, *Flora Brasiliensis*, é a obra-príncipe que trata as espécies brasileiras dessa família, contudo, sem fornecer uma chave analítica para identificá-las. Além disso, as espécies descritas por Nees von Esenbeck (1847) encontram-se, na sua grande maioria, com a nomenclatura desatualizada e com problemas de tipificação (PROFICE; ANDREATA, 2011). Contudo, a *Flora Brasiliensis* é a obra primordial para diversos estudos posteriores sobre as espécies presentes no Cerrado, nessa publicação foram descritas 343 espécies, distribuídas em 57 gêneros e 31 ilustrações (VILLAR, 2009). De acordo com a taxonomia, Nees (1847), dividiu a família *Acanthaceae* em nove tribos, *Barlerieae*, *Hygrophileae*, *Gendarusseae*, *Dicliptereae*, *Eranthemeae*, *Nelsonieae*, *Thunbergieae*, *Rue6,llieae* e *Aphelandrae* (OLIVEIRA et al., 2016).

Citam-se como trabalhos mais recentes sobre as espécies brasileiras a monografia para a Flora das *Acanthaceae* de Santa Catarina realizado por Wasshausen & Smith (1969); a revisão de *Aphelandra* R. e notas sobre a família como um todo de Wasshausen (1975, 1992); a revisão das *Mendocia* Vell. ex. Vand. brasileiras feita por Profice (1988) e uma proposta de redefinição genérica para o gênero *Stenandrium* Nees e o trabalho sobre *Poikilacanthus* Lindau realizado por Daniel (1991).

Outros trabalhos sobre as Acanthaceae realizados incluem o estudo das *Ruellia* L. do sul do Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai, que foi proposto por Ezcurra (1993); a Flora da Serra do Cipó, em Minas Gerais, por Kameyama (1995), a Flora do Estado de Mato Grosso por Dubs (1998), a revisão das *Justicia* L. da América do Sul, que incluiu a região sul do Brasil de Ezcurra (2002); os trabalhos sobre a Flora do Estado do Rio de Janeiro realizado por Profice (1996, 1997, 2001), a Flora da Reserva de Ducke e a revisão do gênero *Lepidaganthis* Wild. desenvolvido por Kameyama (1997, 2006); o trabalho de Graham (1998) sobre *Justicia* L.; o trabalho de Scotland e Vollesen (2000) que testaram propostas de classificação, entre outros, como o estudo de *Staurogyne* Wall. realizado por Braz (2005).

Recentemente, foram realizados ainda o estudo sobre a flora das Acanthaceae do Distrito Federal, por Villar (2009), o estudo da Flora das Acanthaceae da Bahia que foi realizado por Côrtes (2009), a revisão sobre o gênero *Thyrsacanthus* desenvolvido por Côrtes (2010), as revisões taxonômicas de Indriunas (2011) para o gênero *Herpetacanthus* e para o gênero *Ruelliinae* Nees por Silva (2011), a revisão taxonômica para *Aphelandra*, por Profice e Andreatta (2011), o estudo taxonômico de *Ruellia* L. para Minas Gerais feito por Pessoa (2012), a revisão taxonômica para *Justicia* em Goiás, realizada por Sartin (2015), e mais recentemente, a revisão taxonômica de *Justicia* no Estado do Pará, feita por Silva e a biogeografia global da tribo Acanthae e a revisão taxonômica do gênero *Stenandrium* Nees no Brasil feita por Zanatta, ambos de 2019.

O tratamento taxonômico de Lindau (1895) ainda é o mais abrangente de todos os gêneros de Acanthaceae, ele dividiu a família em quatro subfamílias, a saber: Nelsonioideae, Thunbergioideae e Mendoncioideae caracterizadas pela ausência de retináculo no fruto e Acanthoideae diagnosticada pelo fruto com retináculo. Bremekamp (1965) apresentou uma classificação que difere do tratamento taxonômico de Lindau (1895), ele relacionou as Nelsonioideae como subfamília da família Scrophulariaceae, excluiu das Acanthaceae os gêneros sem retináculo no fruto e os estabeleceu como sendo famílias Thunbergiaceae e Mendonciaceae. Dividiu então a família Acanthaceae sensu stricto em duas subfamílias: Acanthoideae por apresentar entre outros caracteres quatro anteras monotecas e pólen colpado e Ruellioideae pela presença de cistólitos e de caule articulado no estudo de Profice (2004).

Há ainda a classificação proposta por Scotland e Volessen (2000) a qual é abordada por Vilar (2009), em que as espécies da subfamília Achantoideae são consideradas monfiléticas e compreendem cerca de 91% dos representantes da família Acanthaceae (*sensu lato*). Mendoncioideae e Thunbergioideae representam subfamílias parecidas e são então agrupadas em uma única subfamília denominada Thunbergioideae que possuem fruto com retináculo; já a subfamília Nelsonioideae permanece nesta classificação e distingue-se das demais subfamílias pela ausência de retináculo no fruto. A tabela 1 resume a comparação entre as três principais classificações para Acanthaceae:

**Tabela 1. Comparação entre as três principais classificações para Acanthaceae.**

<b>Autor</b>	<b>Famílias</b>	<b>Subfamílias</b>
Lindau (1895)	Acanthaceae	Acanthoideae Nelsonioideae Thunbergioideae Mendoncioideae
Bremekamp (1965)	Acanthaceae  <i>Thunbergiaceae</i>  <i>Mendonciaceae</i>  <i>Scrophulariaceae</i>	Acanthoideae Ruellioideae   Nelsonioideae
Scotland e Vollesen (2000)	Acanthaceae ( <i>sensu lato</i> )	Acanthoideae Thunbergioideae Nelsonioideae

Fonte: PEIXOTO, 2010.

Os tratamentos taxonômicos da família Acanthaceae propostos por Lindau (1895) e Bremekamp (1965) foram construídos com base nas relações morfológicas,

enquanto os sistemas contemporâneos utilizam a análise cladística e os estudos moleculares para estabelecer as relações filogenéticas dentro da família (MCDADE et al., 2000). Por critérios filogenéticos a família Acanthaceae está classificada como Eurosídeas I na ordem Lamiales, de acordo com o APG II (Angiosperm Phylogeny Group II), sistema usado atualmente para a classificação das angiospermas (OLIVEIRA et al., 2016).

Oliveira et al., (2016) relatam que, em relação aos estudos anatômicos, os principais trabalhos referentes à família são os realizados pelos autores: Paliwal em 1962 para 14 gêneros; Pant & Mehra em 1963 para o gênero *Asteracantha*; Ahmad em 1964 para o gênero *Thunbergia*; Mathur em 1966, baseados em estudos dos tricomas dos gêneros *Justicia* e *Mendoncia*; Inamdar em 1970, com base em estudos da ontogenia dos estômatos em 31 espécies da família; Ahmad em 1976, em estudos da epiderme para os gêneros *Dyschoriste* e *Hygrophila*;

Inamdar et al., em 1990, em estudos da estrutura dos cristólitos nas Acanthaceae; Tavares & Neves em estudos de 1993 para a espécie *Justicia cydoniifolia* (Nees) coletada no Rio de Janeiro; e por último estudos de Larcher & Boeger realizados em 2006 baseados na anatomia foliar da espécie *Odontonema strictum* (Nees), coletada no município de Curitiba, PR.

Observou-se que nos estudos pesquisados, as espécies pertencentes à família Acanthaceae não aparecem nos relatos dentre as plantas medicinais mais utilizadas com fins terapêuticos, entretanto, a espécie *Justica pectoralis*, popularmente conhecida como anador ou doutorzinho, é mencionada na pesquisa de Massarotto (2009), na investigação das plantas medicinais do Cerrado utilizadas nas comunidades quilombolas e urbanas da região nordeste de Goiás. A espécie também aparece no estudo de Cunha e Bortolotto (2011), na pesquisa etnobotânica realizada em uma região do Estado do Mato Grosso do Sul. Em ambas as pesquisas, a espécie é citada por sua utilização como analgésica, anti-inflamatória e expectorante. Importante destacar que a espécie está na lista das plantas de interesse de uso medicinal do SUS.

Estudos fitoquímicos descrevem para a família Acanthaceae a presença de alguns metabólitos secundários importantes, como glicosídeos, flavonóides, alcalóides, triterpenóides, ésteres metílicos de ácidos graxos e ácidos graxos, os quais estão presentes em diferentes órgãos destas plantas como folhas, raízes e outras partes, e por isso possuem ação importante em muitas reações biológicas sendo utilizadas dentre outros usos, como: antipiréticas, antiinflamatórias, antiespasmódicas, antissépticas e

antidiabéticas, desempenhando papel, no tratamento de doenças de pele, tosse, infecções oculares, feridas, pneumonia, anti-diarreia, edema etc. Apesar de ainda serem poucos os exemplos que destacam a importância medicinal da família Acanthaceae, essa importância tem atraído atenção de pesquisas com objetivo de explorar o papel medicinal destas espécies (KHAN et al., 2017).

O estudo de Khan et al. (2017) relata o potencial medicinal para diversas doenças em vários gêneros e espécies da família Acanthaceae ocorrentes em várias partes do mundo, como: *Adathoda beddomie*, *Neelagirianthisis Sp.*, *Justiceae gendurusa*, *Neelagirianthisis hemitomie*, *Barleria priorities*, *Adathoda zylanica*, *Hemigraphis corolata*, *Vesica adhatoda Nees*, *Dyschorister adicans*, *Aystasia schimperi*, *Acanthus eminens*, *Thunber giaalata*, *Dyschoristethum bergiiflora*, *Barberia grandicalyx*, *Acanthus pubescens*, *Justicia flava*, *Justicia betonica*, *Justicia tranquebariensis*, *Justicia adhatoda*, *Hygrophila spinosa*, *Andrographis paniculata*, *Barleria prionitis*, *Adhatoda vasica*, *Ruellia brittoniana*, *Barleria cristata*, *Dicliptera roxburghiana*, *Strobilanthes urticifolia*.

Dentre as espécies citadas no estudo algumas possuem ocorrência no Brasil e no bioma Cerrado. A tabela 2 exemplifica as espécies de Acanthaceae ocorrentes no Brasil e que possuem utilização medicinal.

**Tabela 2. Espécies de Acanthaceae ocorrentes no Brasil que possuem potencial medicinal**

<i>Justicia</i> spp.	Antiespasmódico, anti-inflamatório, antidiabético, anti-icterícia, antitérmico, anti-hemorragico e broncodilatador
<i>Justicia betonica</i>	Úlcera, gripe, tosse seca, diarreia
<i>Justicia adhatoda</i>	Doenças do peito, reumatismo, febre, asma, pneumonia, tuberculose, expectorante, diurético, antiespasmódico, anti-séptico e para reduzir o inchaço
<i>Andrographis paniculata</i>	Antipirético, antiasmático, antiviral e doenças respiratórias
<i>Ruellia</i> spp.	Anti-hipertensivo, antinociceptivo, analgésico, antiespasmolítico, antioxidante, antiúlcera, antidiabético, antipirético e anti-inflamatório

*Barleria cristata*

Antimicrobiano, antiinflamatório, citotóxico, hepatoprotetor, antioxidante, antidiabético, antianêmico

---

Fonte: KHAN et al., 2017 (adaptado)

Estes dados demonstram que as plantas pertencentes à família Acanthaceae tem um grande potencial a ser explorado para novos estudos. Várias plantas importantes e que possuem ocorrência no Cerrado pertencem a esta família, apresentando valor significativo para controlar e tratar muitas doenças.

Quando se procura obter substâncias ativas de plantas, um dos principais aspectos a serem observados consiste nas informações da medicina popular. Nesse sentido, assim como os estudos etnobotânicos, que subsidiam os conhecimentos sobre a utilização das plantas medicinais de uso tradicional, os estudos de bioprospecção ou prospecção fitoquímica, podem fazer uso do conhecimento tradicional para levantar recursos biológicos, genéticos e, até mesmo, os saberes metodológicos associados, possibilitando a descoberta de recursos genéticos e bioquímicos de interesse de indústrias químicas, farmacêuticas, cosméticas e alimentares (SENA, 2018).

Considerando a variabilidade do potencial econômico e medicinal das espécies vegetais provenientes do Cerrado, vários estudos de bioprospecção tem sido realizados para estas espécies.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O Cerrado possui características de fauna e flora únicas, abriga espécies endêmicas e representa 1/3 das espécies de seres vivos constituintes da biodiversidade brasileira, desta forma possui considerável capacidade de oferecer um importante serviço ecossistêmico que é o de provisão de recursos vegetais, especialmente de plantas com potencial medicinal.

Dentre os estudos realizados sobre as diferentes espécies de plantas medicinais do Cerrado, destacam-se as espécies da família Acanthaceae, a qual possui no Brasil um dos principais centros de sua biodiversidade. Sua contribuição quanto aos serviços ecossistêmicos não fornecidos pelas plantas com potencialidade medicinais. Ressalta-se que a família Acanthaceae encontra-se na lista de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção, com alto risco de desaparecimento na natureza em futuro

próximo, ressaltando-se assim, a importância do aprofundamento dos estudos etnobotânicos e fitoquímicos para as espécies dessa família.

Estudos etnobotânicos, etnofarmacológicos, e de bioprospecção das plantas medicinais do Cerrado, tornam-se de suma importância, pois ao apresentarem tais informações no âmbito do bioma, considerado um dos últimos *hotspots* mundiais, evidenciam-no como prioritário para a conservação da biodiversidade.

Desta forma a conservação do Cerrado é assunto que precisa ser discutido pelos programas governamentais em parcerias com as comunidades científicas, para que seu patrimônio seja preservado.

## **REFERÊNCIAS:**

AGUIAR, L. M. S. et al. **A Diversidade Biológica do Cerrado**. In: AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. (Orgs.) Cerrado: ecologia e caracterização. Planaltina: EMBRAPA CERRADOS, 2004.

BRAZ, D. M.; CARVALHO-OKANO R. M., KAMEYAMA, C. Acanthaceae da Reserva Florestal Mata do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, 25(4): 495-504, 2002.

GANEM, R. S. Conservação da Biodiversidade: legislação e políticas públicas. **Edições Câmara**: Brasília, 2011.

HENRIQUES, R. P. B. **Influência da história, solo e fogo na distribuição e dinâmica das fitofisionomias no bioma do Cerrado**. Brasília: UNB, 2005, 92p.

KAMEYAMA, C. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Acanthaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, 14(1): 181-206, 1995.

KAMEYAMA, C. Acanthaceae. In: BARBOSA, M. R. V. et al. (Org.). **Checklist das plantas do Nordeste brasileiro**: angiospermas e gymnospermas. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2006.

OLIVEIRA, P. H. et al. **Tratamento Taxonômico da Família Acanthaceae e do Gênero Justicia**. Anais... IX Simpósio Nacional de Ciência e Meio Ambiente – SNCMA – III CIPEEX, 2016.

OMS. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Traditional medicines**: global situation, issues and challenges. Geneva: WHO, 2011.

PROFICE, S. R. et al. **Livro vermelho da flora do Brasil** – Plantas raras do Cerrado / Organizadores Gustavo Martinelli ; Tainan Messina e Luiz Santos Filho; tradução David Straker, Chris Hieatt. - 1. ed. - Rio de Janeiro : Andrea Jakobsson : Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro : CNCFlora, 2014, 320p.

RODRIGUES, V. E. G.; CARVALHO, A. C. **Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio do Cerrado na região do Alto Rio Grande – Minas Gerais.** Rev. Ciência e Agrotecnologia, v.25, n.1, p.102-123, 2001.

SANO S. M.; ALMEIDA, S. P. (Orgs.) **Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA CERRADOS**, 1998.

SARTIN RD. **O gênero Justicia L. (Acanthaceae) no Estado de Goiás.** 2015, 84-90p. consulta em :<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41132/tde-09032016-141812/pt-br.php>.2015.

SENA, C. E. S. **Aspectos Valorativos Do Cerrado Goiano Como Provedor Das Plantas Medicinais Para Fins De Uso Tradicional: O Caso Do Grupo Espírita Da Paz.** Dissertação de Mestrado, 119 f. Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Agronegócio, Goiânia, 2018.

SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A. **Caracterização climática do bioma Cerrado.** In: AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. (Orgs.). Cerrado: ecologia e flora. Planaltina: EMBRAPA CERRADOS, 2008.

VILAR, T. S. **Acanthaceae Juss no Distrito Federal, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Botânica) Departamento de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília. 2009.

WASSHAUSEN, D. C. **Acanthaceae.** In: STEYERMARK, J. A.; BERRY, P. E.; HOLST, B. K. (Orgs.). Flora of the Venezuelan Guyana v. 2: Pteridophytes, Spermatophytes: Acanthaceae – Araceae. Portland: Timber Press, 1995.

WASSHAUSEN, D.; WOOD, J. R. I. **Acanthaceae of Bolivia. Contributions from the United States National Herbarium.** 49(1): 1-152, 2004.

## ARTIGO 2

(Publicado na Revista Research, Society and Development)

### PLANTAS MEDICINAIS DO CERRADO: ESTUDOS ETNOBOTÂNICOS E ETNOFARMACOLÓGICOS

CERRADO MEDICINAL PLANTS: ETHNOBOTANICAL AND  
ETHNOPHARMACOLOGICAL STUDIES

CERRADO PLANTAS MEDICINALES: ESTUDIOS ETNOBOTÁNICOS Y  
ETNOFARMACOLÓGICOS

#### RESUMO

A preocupação com o desvendamento e resgate do conhecimento acerca do uso que o homem faz dos elementos do ambiente natural, ocorre desde a antiguidade. A etnobotânica analisa e estuda as informações populares que o homem tem sobre o uso das plantas. É através dela que se mostra o perfil de uma comunidade e seus usos em relação às plantas visando extrair informações que possam ser benéficas. Assim, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão bibliográfica a respeito das plantas medicinais do Cerrado, com ênfase em identificar os aspectos relacionados aos estudos etnobotânicos e etnofarmacológicas. A metodologia utilizada neste estudo foi a revisão bibliográfica e de análise de dados, a qual se mostrou mais adequada para este tipo de pesquisa, porque visa identificar a produção quantitativa e qualitativa do tema em questão nos últimos anos. Neste estudo, foi realizado um levantamento bibliográfico de pesquisas etnobotânicas e etnofarmacológicas abordando plantas medicinais do Cerrado. Baseando-se no pressuposto de que o Cerrado é um bioma que apresenta um valor inestimável devido à sua biodiversidade, observa-se a necessidade de pesquisas e valorização do conhecimento em torno das espécies vegetais presentes nesse cenário. Outro aspecto que merece ser destacado, é que o medicamento fitoterápico tradicional é aquele elaborado a partir de planta medicinal de uso embasado na tradição popular, sem evidências conhecidas de risco à saúde do usuário, cuja eficácia é validada através de levantamentos etnofarmacológicos e de utilização, documentação científica ou publicações indexadas.

**Palavras-chave:** Plantas medicinais do Cerrado; Espécies do Cerrado; Conservação do Cerrado.

#### ABSTRACT

The concern with the unveiling and rescue of knowledge about man's use of the elements of the natural environment has occurred since antiquity. Ethnobotany analyzes and studies the popular information that man has about the use of plants. It is through it that the profile of a community and its uses in relation to plants is shown in order to extract information that may be beneficial. Thus, the aim of this study was to conduct a bibliographic review on the medicinal plants of the cerrado, with emphasis on

identifying the aspects related to ethnobotanical and ethnopharmacological studies. The methodology used in this study was the literature review and data analysis, which proved to be more appropriate for this type of research, because it aims to identify the quantitative and qualitative production of the theme in question in recent years. In this study, a bibliographic survey of ethnobotanical research addressing medicinal plants of the Cerrado was carried out. Based on the assumption that the Cerrado is a biome that presents an inestimable value due to its biodiversity, it is observed the need for research and appreciation of knowledge around the plant species present in this scenario. Another aspect that deserves to be highlighted is that the traditional herbal medicine is the one elaborated from a medicinal plant based on popular tradition, without known evidence of risk to the user's health, whose efficacy is validated through ethnopharmacological and use surveys, scientific documentation or indexed publications.

**Keywords:** Medicinal plants of the Cerrado; Cerrado species; Conservation of the Cerrado.

## **RESUMEN**

La preocupación por la revelación y el rescate del conocimiento sobre el uso del hombre de los elementos del entorno natural ha ocurrido desde la antigüedad. La etnobotánica analiza y estudia la información popular que el hombre tiene sobre el uso de las plantas. Es a través de ella que se muestra el perfil de una comunidad y sus usos en relación a las plantas con el fin de extraer información que pueda ser beneficiosa. Así, el objetivo de este estudio fue realizar una revisión bibliográfica sobre las plantas medicinales del cerrado, con énfasis en identificar los aspectos relacionados con los estudios etnobotánicos y etnofarmacológicos. La metodología utilizada en este estudio fue la revisión bibliográfica y el análisis de datos, que resultó ser más apropiado para este tipo de investigación, ya que tiene como objetivo identificar la producción cuantitativa y cualitativa del tema en cuestión en los últimos años. En este estudio, se realizó un estudio bibliográfico de la investigación etnobotánica y etnofarmacológica abordada abordando plantas medicinales del Cerrado. Partiendo del supuesto de que el Cerrado es un bioma que presenta un valor inestimable por su biodiversidad, se observa la necesidad de investigación y apreciación del conocimiento en torno a las especies vegetales presentes en este escenario. Otro aspecto que merece destacarse es que la medicina herbaria tradicional es la elaborada a partir de una planta medicinal basada en la tradición popular, sin evidencia conocida de riesgo para la salud del usuario, cuya eficacia se valida a través de encuestas etnofarmacológicas y de uso, documentación científica o publicaciones indexadas.

**Palabras clave:** Plantas medicinales del Cerrado; Especies del Cerrado; Conservación del Cerrado.

## **INTRODUÇÃO**

A preocupação com o desvendamento e resgate do conhecimento acerca do uso que o homem faz dos elementos do ambiente natural, ocorre desde a antiguidade.

Neste contexto, inserem-se os saberes relativos ao mundo vegetal, onde pode-se destacar de modo especial o estudo das plantas medicinais (JORGE; MORAIS, 2003).

A busca pelo conhecimento sobre plantas medicinais remonta praticamente ao princípio da evolução do homem na Terra, o qual sempre observou o comportamento instintivo dos animais ao cuidar de feridas ou tratar suas enfermidades. Com o passar do tempo pôde-se observar que certas espécies de plantas eram propícias para o uso como alimento e outras tóxicas. Estas observações deram origem ao processo intuitivo que caracterizou os primeiros habitantes e que lhes permitiu testar diversas espécies e discernir quais possuíam efeitos medicinais e quais não possuíam (ZATTA, 2008).

A aliança entre as plantas e a medicina extrapola a história das civilizações, pois desde os primórdios a humanidade vem coletando plantas nativas e cultivando outras próximas a suas casas para usar como medicamento cujas propriedades medicinais foram sendo descobertas através de experimentos de ensaio e erro e estes conhecimentos passados de geração em geração (BRANDÃO, 2003).

A etnobotânica analisa e estuda as informações populares que o homem tem sobre o uso das plantas. É através dela que se mostra o perfil de uma comunidade e seus usos em relação às plantas visando extrair informações que possam ser benéficas. A importância das informações etnobotânicas para o homem vem a ser o conhecimento de dados populares que podem, até então, estar restritos a determinadas pessoas ou regiões. Já para a saúde pública, estas informações etnobotânicas quando comprovadas cientificamente, podem ser utilizadas pela sociedade podendo ser mais acessíveis em relação ao custo/benefício (MARTINS et al., 2005).

As primeiras descrições sobre a utilização das plantas medicinais no Brasil foram feitas na época do descobrimento por colonizadores europeus, através da observação do uso dos vegetais pelos índios (BRANDÃO, 2003). Até os anos 1950 os medicamentos utilizados eram quase que exclusivamente de origem vegetal, contudo, com o desenvolvimento da tecnologia farmacêutica, a produção de fármacos via síntese química, e a ausência de comprovações científicas de eficácia e segurança das substâncias de origem vegetal, aliada às dificuldades de controle físico-químico, farmacológico e toxicológico dos extratos vegetais até então utilizados, impulsionaram a substituição destes por fármacos sintéticos e de alto custo (RATES, 2001).

A grande maioria da população tem fácil acesso às ervas e plantas medicinais, sendo de fundamental importância que se faça a comprovação de quais são realmente eficazes no tratamento das doenças para as quais estão indicadas e,

principalmente, a verificação de que as mesmas não apresentam toxicidade significativa que possa inviabilizar o seu uso terapêutico (LINHARES, 2012).

Embora a cultura popular faça uso de produtos naturais há séculos, tendo os seus efeitos terapêuticos já estabelecidos, apenas nas últimas décadas a ciência tem tratado de descobrir quais são os princípios ativos encontrados em cada fitoterápico. Todo medicamento fitoterápico deverá ter comprovado cientificamente a sua eficácia, segurança e qualidade, junto ao órgão federal competente, por ocasião do registro (LINHARES, 2012).

Assim, a dificuldade em estudar os efeitos farmacológicos e investigar os possíveis potenciais das plantas medicinais, faz com que muito ainda seja desconhecido. Por esse motivo, se faz necessário estudos etnobotânicos mais aprofundados, partindo dos ensinamentos e relatos das tradições culturais. Nesse contexto, a etnobotânica é o estudo que analisa e pesquisa, os relatos das comunidades quanto ao uso de plantas com finalidades curativas, paliativas ou profiláticas, sendo essencial as informações coletadas para caráter investigativo e exploratório, a fim de adquirir o breve conhecimento que, algumas vezes podem ser específicos daquela comunidade local

O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão bibliográfica a respeito das plantas medicinais do cerrado, com ênfase em identificar os aspectos relacionados aos estudos etnobotânicos e etnofarmacológicas.

## **METODOLOGIA**

A metodologia utilizada neste estudo foi a revisão bibliográfica e de análise de dados, a qual se mostrou mais adequada para este tipo de pesquisa, porque visa identificar a produção quantitativa e qualitativa do tema em questão nos últimos anos.

Foi definido como período de levantamento, obras publicadas a partir do ano 2000. Obras clássicas e de relevância para a pesquisa, que antecederiam a referida data, foram incluídas na amostragem por serem alicerce do referido estudo. Obras que não eram clássicas e que antecederiam o ano de 2000, foram excluídas da amostragem.

As bases de dados definidas para a pesquisa foram as bibliotecas virtuais do Portal de Periódicos da CAPES e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

Os descritores utilizados nas buscas foram: “Plantas medicinais do Cerrado”, “Espécies do Cerrado” e “Plantas Medicinais e Conservação do Cerrado”.

A seleção foi feita com base na maior proximidade com o tema pesquisado, a partir da leitura dos títulos ou dos resumos.

As buscas no Portal de Periódicos da CAPES resultaram em 347 obras com a abordagem sobre etnobotânica e etnofarmacologia no Cerrado, 59 obras com a abordagem sobre de plantas medicinais do Cerrado. As buscas na BDTD, resultaram em 24 sobre etnobotânica e etnofarmacologia de plantas medicinais do Cerrado, 14 obras sobre plantas medicinais do Cerrado.

A partir da leitura dos títulos ou dos resumos das obras que resultaram das buscas realizadas, foram selecionados os trabalhos mais relevantes que embasaram essa pesquisa, sendo: 24 trabalhos sobre etnobotânica e etnofarmacologia de plantas medicinais do Cerrado.

Após a seleção, foi realizada a etapa de leitura dos trabalhos selecionados onde foi feita a análise de conteúdo e a organização das obras conforme as categorias de abordagem das temáticas.

Após a realização das leituras, os resultados foram expressos em quadros ilustrativos demonstrando número de trabalhos conforme as categorias de abordagem, título dos trabalhos, número de espécies identificadas como de uso medicinal no Cerrado, espécies mais citadas nos trabalhos selecionados e finalidades terapêuticas para as quais as espécies mais citadas são mais utilizadas.

A discussão dos resultados foi realizada com o desenvolvimento do texto analítico quantitativo descritivo e qualitativo conforme o conteúdo das obras selecionadas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste estudo, foi realizado um levantamento bibliográfico de pesquisas etnobotânicas e etnofarmacológicas abordando plantas medicinais do Cerrado, e também pesquisas demonstrando a potencialidade medicinal das espécies de plantas do Cerrado como estratégia para conservação do bioma. Foram selecionados 24 trabalhos com abordagem sobre etnobotânica e etnofarmacologia de plantas medicinais do Cerrado (Quadro 1).

**Quadro 1.** Tipo e número de publicações localizadas e selecionadas nas bases de dados conforme a abordagem da temática pesquisada.

<b>Abordagem da temática</b>	<b>Tipo de Publicação</b>	<b>Número de obras resultantes da busca</b>	<b>Número de obras selecionadas</b>
Etnobotânica e etnofarmacologia de plantas medicinais do Cerrado	Teses e Dissertações	24	3
Etnobotânica e etnofarmacologia de plantas medicinais do Cerrado	Outras publicações (artigos, resumos de anais, capítulos de livros, compêndios)	347	21

Fonte: Autoria própria (2022)

Os estudos levantados sobre etnobotânica e etnofarmacologia plantas medicinais do Cerrado estão resumidos no quadro 2.

**Quadro 2.** Estudos sobre etnobotânica e etnofarmacologia de plantas medicinais do Cerrado entre 2000 e 2022

<b>Título da Obra</b>	<b>Autor (es)</b>	<b>Tipo de Publicação</b>	<b>Ano de Publicação</b>
Utilização de plantas medicinais nas cidades de Goiás e Pirenópolis, Estado de Goiás	Rizzo et al., 1999	Artigo Científico	1999
Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio do Cerrado na região do Alto Rio Grande-MG	Rodrigues, Carvalho, 2001	Artigo Científico	2001
Levantamento etnobotânico das plantas medicinais do Cerrado utilizadas pela população de Mossâmedes (GO)	Vila Verde, Paula, Carneiro, 2003	Artigo Científico	2003
Recursos medicinais de espécies do Cerrado de Mato Grosso: Um estudo bibliográfico	Guarim Neto, Morais, 2003	Artigo Científico	2003
Levantamento etnofarmacológico realizado na Comunidade Mumbuca localizada no Jalapão –	Coelho et al., 2005	Artigo Científico	2005

TO			
Estudo sobre o comércio informal de plantas medicinais em Goiânia e cidades vizinhas	Trensvenzol et al., 2006	Artigo Científico	2006
Uso de plantas medicinais na região de Alto Paraíso de Goiás, GO, Brasil	Sousa, Felfili, 2006	Artigo Científico	2006
As plantas medicinais no município de Ouro Verde de Goiás, Goiás, Brasil: uma abordagem etnobotânica	Silva, 2007	Dissertação de Mestrado	2007
Diversidade e uso de plantas medicinais por comunidades quilombolas kalunga e urbanas, no nordeste do Estado de Goiás, Brasil	Massarotto, 2009	Dissertação de Mestrado	2009
Mapeamento etnofarmacológico e etnobotânico de espécies de Cerrado, na microrregião de Patos de Minas	Costa, Nunes, Peres, 2010	Artigo Científico	2010
Etnobotânica de plantas medicinais no assentamento Monjolinho, município de Anastácio, Mato Grosso do Sul, Brasil	Cunha, Bortolotto, 2011	Artigo Científico	2011
Cerrado e plantas medicinais: Algumas reflexões sobre o uso e a conservação	Oliveira, Viveiro, 2012	Artigo Científico	2012
Levantamento etnobotânico de plantas medicinais na cidade de Ipameri – GO	Zucchi et al., 2013	Artigo Científico	2013
Etnobotânica no Cerrado: um estudo no assentamento Santa Rita, Jataí (GO)	Lima, 2013	Dissertação de Mestrado	2013
Plantas medicinais utilizadas pela população de Caldas Novas, GO e o conhecimento popular sobre a faveira ( <i>Dimorphandra mollis</i> Benth-Mimosoideae)	Oliveira, Gondim, 2013	Artigo Científico	2013

Diversidade de angiospermas e espécies medicinais de uma área de Cerrado	Silva, Rabelo, Enoque,2015	Artigo Científico	2015
Plant species as a therapeutic resource in areas of the savanna in the state of Pernambuco, Northeast Brazil	Saraiva et al.,2015	Artigo Científico	2015
Medicinal species with gastroprotective activity found in the Brazilian Cerrado	Martins et al.,2015	Artigo Científico	2015
Plantas medicinais referenciadas por raizeiros no município de Jataí, Estado de Goiás	Sousa et al.,2016	Artigo Científico	2016
Ethnobotanical study of medicinal plants used by Ribeirinhos in the North Araguaia microregion, Mato Grosso, Brazil	Ribeiro et al.,2017	Artigo Científico	2017
Ethnobotany and medicinal uses of folklore medicinal plants belonging to family Acanthaceae: An updated review	Khan et al.,2017	Artigo Científico	2017
Plantas Medicinais de Uso Popular na Comunidade Quilombola de Piracanjuba - Piracanjuba, GO	Guimarães, Oliveira, Morais, 2019	Artigo Científico	2019
Uso de plantas do domínio Cerrado com fins medicinais Em Urutaí, GO, Brasil	Marcelo, Paixão, Ramos, 2019	Artigo Científico	2019
Plantas medicinais do Cerrado dos Campos Gerais	Ferreira et al.,2022	Artigo Científico	2022

Fonte: Autoria Própria (2022)

Quando se analisa a pesquisa sobre plantas medicinais do Cerrado, observa-se que, apesar de haver estudos anteriores à década de 2000, estes são escassos. Constata-se que a partir deste ano, os interesses e os estudos sobre o Cerrado se intensificaram, o que pode ser justificado pela publicação de Myers e colaboradores (2000) que colocaram o bioma sob os olhares da Ciência ao apontarem o Cerrado como

um *hotspot* de biodiversidade detentor de uma imensurável diversidade de espécies vegetais e animais.

Os estudos etnobotânicos e etnofarmacológicos existentes possuem como consenso que o bioma Cerrado é detentor de uma das maiores diversidades biológicas de espécies, principalmente quando se trata de plantas com potencial medicinal. Pesquisas sobre a flora medicinal do Cerrado tem sido realizadas para todos os Estados abrangidos pelo bioma, e considerando o alto grau de endemismo que cada região possui em relação a certas espécies, estas regiões apresentarão uma flora medicinal com espécies comuns a outras e com espécies particulares.

Um estudo que realizou o levantamento dos recursos medicinais de espécies do Cerrado do Mato Grosso identificou um total de 509 espécies, distribuídas em 297 gêneros e 96 famílias. Destas, houve predomínio das espécies das famílias *Asteraceae* e *Fabaceae*, assim como dos gêneros *Hyptis* e *Tabebuia*. As espécies com utilização medicinal mais relatadas para este Estado foram: *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão), *Anemopaegma arvense* (alecrim do campo), *Senna occidentalis* (fedegoso), *Cochlospermum regium* (algodão do campo), *Bidens pilosa* (picão), *Chenopodium ambrosioides* (erva de santa maria), *Hymenaea stigonocarpa* (jatobá do cerrado), *Macrosiphonia velame* (velame), *Scoparia dulcis* (vassourinha), *Simaba ferrugínea* (calunga), *Tabebuia aurea* (paratudo), *Brosimum gaudichaudii* (mama cadela) e *Guazuma ulmifolia* (mutamba) (GUARIM NETO; MORAIS, 2003).

Um estudo também realizado para o Estado do Mato Grosso, porém em uma região ribeirinha na Bacia do Rio Araguaia, identificou um total de 309 espécies distribuídas em 86 famílias botânicas, sendo a família *Fabaceae* a mais representativa. As espécies mais utilizadas com fins medicinais relatadas neste estudo foram a erva de santa maria (*Dysphania ambrosioides*), a copaíba (*Copaifera langsdorffii*), a mangabeira (*Lafoensia pacari*), a embaúba (*Cecropia pachystachya*), o picão (*Bidens pilosa*), assa peixe (*Vernonia ferrugínea*), barbatimão (*Lafoensia pacari*), mama cadela (*Brosimum gaudichaudii*) (RIBEIRO et al., 2017).

No Estado do Mato Grosso do Sul, foi realizado um levantamento etnobotânico em uma região preservada de Cerrado. Este estudo relatou a ocorrência de 209 espécies distribuídas em 70 famílias botânicas, sendo as mais representativas *Fabaceae*, *Asteraceae*, *Lamiaceae*, *Poaceae*, *Euphorbiaceae* e *Myrtaceae*. As espécies mais utilizadas com fins medicinais foram: *Stryphnodendron obovatum* (barbatimão), *Maytenus ilicifolia* (cancorosa), *Morus nigra* (amora), *Hancornia speciosa* (mangaba),

*Chenopodium ambrosioides* (erva de santa maria), *Senna occidentalis* (fedegoso), *Achyrocline satureioides* (marcela), *Ruta graveolens* (arruda), *Lippia alba* (erva cidreira), *Pterodon pubescens* (sucupira), *Boerhavia diffusa* (pega pinto), *Porophyllum ruderale* (arnica), *Stachytarpheta cayennensis* (erva de grilo), *Lafoensia pacari* (didaleira), *Tabebuia impetiginosa* (ipê roxo) (CUNHA; BORTOLOTTI, 2011).

No Estado do Tocantins, Coelho e colaboradores (2005) realizaram um estudo etnofarmacológico em região ecotonal de Cerrado, onde foram identificadas 26 espécies de plantas utilizadas com finalidade medicinal pela comunidade local. Estas espécies pertencem a 23 famílias botânicas com predominância de espécies nas famílias *Asteraceae*, *Lamiaceae*, *Vochysiaceae* e *Caesalpiniaceae*. As espécies relatadas nesse estudos foram: assa peixe (*Vernonia ferrugínea*), alcanfosim (*Lippia* spp.), bananeira (*Salvertia convallariodora*), batata de purga (*Operculina macrocarpa*), cagaita (*Eugenia dysenterica*), camaçari (*Terminalia fagifolia*), carrapicho (*Acanthospermum australe*), fedegoso (*Cassia tora*), lixeirinha (*Davilla elliptica*), mangabeira (*Lafoensia pacari*), maracujá do mato (*Passiflora* spp.), melosa (*Hyptis crenata*), mentraste (*Ageratum conyzoides*), negramina (*Siparuna guianensis*), pau coalhada (*Vochysia* spp.), pau doce (*Vochysia* spp.), pau piranha (*Guapira graciliflora*), pau rosa (*Jathropha elliptica*), pau vitória (*Hyptis* spp.), quininha (*Strychnos* spp.), raiz de perdiz (*Froelichia procera*), sucupira (*Pterodon emarginatus*), tartarema (*Sclerolobium aureum*), vassourinha (*Scoparia dulcis*), vinharco (*Platymenia reticulata*).

No Estado de Minas Gerais, um estudo realizado na microrregião de Patos de Minas identificou 28 espécies utilizadas tradicionalmente com fins terapêuticos, sendo estas espécies: anestesiol (*Spilanthes oleracea*), anil (*Indigofera anil*), assa peixe (*Vernonia polyanthes*), babaço (*Buddleja brasiliensis*), cana de macaco (*Costus spicatus*), capeba (*Piper umbellata*), capitão (*Terminalia argentea*), carqueja (*Baccharis trimera*), crajuru (*Arrabidaea chica*), erva de passarinho (*Dendrophthora elliptica*), erva de santa maria (*Chenopodium ambrosioides*), fedegoso (*Senna occidentalis*), fumo bravo (*Elephantopus mollis*), gervão (*Stachytarpheta cayennensis*), ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa*), jaratataca (*Siphocampylus verticillatus*), jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*), juá bravo (*Solanum oocarpum*), laranjeira do campo (*Zantoxylum tinguaciba*), lobeira (*Solanum lycocarpum*), manacuru (*Cereus jamacaru*), marcela (*Vernonia condensata*), panacea (*Solanum cernuum*), pé de perdiz (*Croton cajucara*), salsa da horta (*Petroselinum hortense*), salsaparrilha (*Herreia salsaparrilha*), sangra

d'água (*Cróton urucurana*), unha de boi (*Bauhinia variegata*) (COSTA; NUNES; PERES, 2010).

Também no Estado de Minas Gerais, em uma região de Cerrado em área de reserva de uma Fazenda Experimental de Pesquisas Agropecuárias, foi realizada uma pesquisa etnobotânica onde foram identificadas 108 espécies pertencentes a 47 famílias, cujas mais representativas foram: *Fabaceae*, *Myrtaceae*, *Asteraceae* e *Rubiaceae*. As espécies que apresentaram mais finalidades terapêuticas foram: *Brosimum gaudichaudii* (mamacadela), *Caryocar brasiliense* (pequi), *Cochlospermum regium* (algodãozinho), *Croton urucurana* (sangra d'água), *Gomphrena officinalis* (paratudo), *Hymenaea stigonocarpa* (jatobá do cerrado), *Lithrea molleoides* (aroeira brava), *Myracrodruon urundeuva* (aroeira) e *Randia armata* (espinho de judeu) (SILVA; RABELO; ENOQUE, 2015).

No Estado do Pernambuco, em uma região ecotonal de Cerradão, em transição com a Caatinga, foi desenvolvido um estudo etnobotânico no ano de 2015, onde foram identificadas 77 espécies, pertencentes a 35 famílias das quais as mais representativas foram *Fabaceae*, *Euphorbiaceae*, *Anacardiaceae* e *Apocynaceae*. As espécies mais citadas no estudo foram: *Copaifera langsdorffii* (copaíba ou pau d'óleo), *Hybanthus calceolaria* (papaconha), *Heliotropium indicum* (crista de galo), *Croton zehntneri* (velame branco), *Hymenaea courbaril* (jatobá), *Myracrodruon urundeuva* (aroeira), *Stryphnodendron rotundifolium* (barbatenã), *Amburana cearenses* (imburana de cheiro), *Spondias tuberosa* (umbuzeiro), *Scoparia dulcis* (vassourinha) e *Croton heliotropiifolius* (velame preto) (SARAIVA et al., 2015).

As pesquisas etnobotânicas no Estado de Goiás tem priorizado as plantas medicinais. Várias pesquisas abordam a temática tanto de forma mais generalista em regiões urbanas quanto em comunidades locais mais tradicionais. A maioria das pesquisas baseiam-se em entrevistas em campo, porém, alguns trabalhos utilizam a metodologia de revisão bibliográfica, principalmente trabalhos acadêmicos como dissertações de mestrado e teses de doutorado (SILVA, 2007). Entretanto, apesar do considerável número de pesquisas voltadas à etnobotânica de plantas medicinais observadas no Estado, o número de espécies medicinais no Cerrado goiano é bem maior que o estabelecido até o presente momento, o que demonstra a necessidade de ampliação das pesquisas no Estado.

Um estudo etnobotânico realizado no Estado de Goiás por Rizzo et al. em 1999, constatou que a maioria da população nas Cidades de Goiás e Pirenópolis utilizava

plantas consideradas medicinais independentemente do padrão socioeconômico. A pesquisa identificou 110 espécies, das quais as mais utilizadas foram *Cymbopogon citratus* (capim-limão), *Mentha piperita* L. (hortelã-da-folha-miúda), *Sambucus australis* (sabugueiro), *Vernonia condensata* (boldo), *Lychnophora ericoides* (arnica) na Cidade de Goiás; em Pirenópolis, foram *Mentha piperita* L. (hortelã-de-folha-miúda), *Phyllanthus niuri* L. (quebra-pedra), *Cymbopogon citratus* (capim-limão), *Sambucus australis* (sabugueiro) e *Lychnophora ericoides* (arnica). Apesar da pesquisa anteceder o ano de 2000, é um importante levantamento etnobotânico realizado para o Estado, visto abranger duas cidades de expressiva importância histórica e da cultura tradicional de Goiás, por isso, a mesma foi considerada de relevância na pesquisa.

Em Mossâmedes - GO, nas proximidades da região da Reserva Biológica da Serra Dourada, também foi realizado um levantamento sobre o uso das plantas medicinais nativas do Cerrado, e 57% dos entrevistados relataram fazer uso de plantas medicinais na maioria exóticas domesticadas em casa. As espécies mais utilizadas nesse estudo foram dentre outras: alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.), macela (*Achyrocline satureioides* D.C.), capim limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.), Stapf.), hortelã verde (*Mentha* sp.), babosa (*Aloe vera* (L.)) e boldo ou sete dores (*Plectranthus barbatus*) (VILA VERDE; PAULA; CANEIRO, 2003).

Tresvenzol et al. (2006) estudaram em Goiânia e nas cidades circunvizinhas de Anápolis, Trindade e Aparecida de Goiânia, o comércio das plantas medicinais, e constataram que a procura por raizeiros é grande, principalmente entre as populações vulneráveis. No estudo foram relatadas 235 plantas pelos nomes populares, sendo que destas, 28 foram mais citadas: algodãozinho (*Cochlospermum regium*), amaroleite ou maroleite (*Ipomoea palmatoppinata*), arnica do campo (*Lychnophora ericoides*), assa peixe (*Vernonia* sp.), barbatimão (*Stryphnodendron adstringen*), batata de purga (*Ipomoea operculata*), buchinha (*Luffa operculata*), cana de macaco ou cana do brejo (*Costus spicatus*), carapiá (*Dorstenia* spp.), carobinha (*Jacaranda decurrens*), catuaba (*Trichilia catiguá*), chapéu de couro (*Echnodorus grandiflorus*), congonha de bugre (*Rudgea viburnoides*), douradinha (*Palicourea coriácea*), imburana, amburana (*Amburana cearenses*), jurubebinha do cupim (*Solanum* spp.), mamacadela (*Brosimum gaudichaudii*), manacá (*Spiranthera odoratissima*), nó de cachorro (*Heteropteris afrodisiaca*), pé de perdiz (*Croton antisiphiliticus*), pacovar (*Renealmia exaltata*), quina de Goiás (*Strychnus pseudoquina*), rabo de tatú ou cervejinha (*Centrosema bracteosum*), sangra d'água (*Croton urucurana*), sofre do rim quem quer (*Duguetia*

*furfuracea*), sucupira (*Pterodon emarginatus*), velame branco (*Macrosiphonia velame*), vergatesa, ou véu de noiva (espécie não identificada).

Um estudo etnobotânico conduzido por Souza e Felfili em 2006, na região de Alto Paraíso de Goiás em comunidades do entorno do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, utilizou o método de entrevistas abertas, questionando a respeito das plantas medicinais mais utilizadas e suas indicações no combate a enfermidades. Os resultados indicaram 103 espécies utilizadas, sendo 69% pertencente à biodiversidade nativa. Demonstrando que a população usa as plantas para fins fitoterápicos, seja para as enfermidades cotidianas, seja para trabalhos terapêuticos alternativos e até por médicos naturalistas. Os resultados corroboraram entre os 10 entrevistados que citaram como espécies medicinais: chapéu de couro (*Echinodorus macrophyllus*), arnica (*Lychnophora ericoides*), jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*), tingui (*Magonia pubescens*), o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*), o carrapicho (*Acanthospermum australe*) e mastruz (*Chenopodium ambrosioides*). Através deste estudo, observou-se que o dinamismo e potencial econômico envolvendo o extrativismo vegetal na região, levaram ao surgimento de iniciativas locais que organizaram e fortaleceram sua produção e comércio, mas que apesar do grande potencial de exploração extrativista vegetal, estes recursos estão sendo utilizados de forma indiscriminada sem um programa eficiente de manejo sustentado.

Em um estudo realizado por Cristiane Soares Pereira da Silva, em sua dissertação de mestrado, na cidade de Ouro Verde de Goiás no ano de 2007, foram registradas 130 espécies de plantas medicinais distribuídas em 51 famílias botânicas. Dentre as espécies mais citadas com utilização para fins terapêuticos nesta região estão: *Banisteriopsis argyrophylla* (cipó-prata), *Guazuma ulmifolia* (mutamba), *Lafoensia pacari* (jarrinha), *Cariniana estrellensis* (bingueiro), *Dipterix alata* (barú), *Croton urucurana* (sangrad'água), *Vernonia ferruginea* (assa-peixe-branco), *Palicourea coriacea* (douradinha), *Rudgea viburnoides* (congonha), *Siparuna guianensis* (negramina), *Cecropia pachystachia* (embaúba), *Solanum lycocarpum* (lobeira), *Achyrocline satureioides* (macela) e *Costus spicatus* (cana-de-macaco).

No ano de 2009, foi realizado um estudo na região nordeste do Estado de Goiás, e esse estudo, identificou 358 espécies utilizadas com fins medicinais, distribuídas em 206 gêneros com 89 famílias. As espécies mais utilizadas identificadas neste estudo foram: *Desmodium adscendens* (carrapicho), *Ocimum* spp. (alfavaca), *Vernonia polyanthes* (assa peixe), *Dorstenia asaroides* (grapiá), *Lafoensia pacari*

(pacari), *Amburana cearenses* (amburana), *Lippia alba* (erva cidreira), *Hancornia speciosa* (mangaba), *Ageratum conyzoides* (mentraz), *Licaria puchury-major* (pixuri), *Chenopodium ambrosioides* (mastruz), *Cymbopogon citratus* (capim santo), *Ocimum basilicum* (manjeriço), *Strychnos pseudoquina* (quina), *Acosmium dasycarpum* (chapada), *Pterodon emarginatus* (sucupira), *Gossypium hirsutum* (algodão), *Ruta graveolens* (arruda), *Sorghum halepense* (capim de cacho) (Massarotto, 2009).

Também, no Estado de Goiás, um estudo realizado por Zuchi et al. Em 2013, na cidade de Ipameri-GO, foram identificadas 35 espécies distribuídas em 30 gêneros e 14 famílias. As plantas mais citadas neste estudo foram: hortelã-rasteira (*Mentha villosa*), boldo-sete-dores (*Plectranthus barbatus*), capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*), quebra-pedra (*Phyllanthus niruri*), camomila (*Chamomilla recutita*), poejo (*Mentha pulegium*), guaco (*Mikania glomerata*), mentrasto (*Ageratum conyzoides*), alfavacão (*Ocimum gratissimum*), losna (*Artemisia canphorata*), bálsamo (*Myroxylon peruiferum*), carqueja (*Baccharis trimera*), funcho (*Foeniculum vulgare*), babosa (*Aloe vera*) e malva (*Malva parviflora*).

Ainda no ano de 2013, em estudo conduzido para apresentação de dissertação de mestrado, foi realizado um levantamento etnobotânico na região de Jataí, sudoeste do Estado. Neste estudo foram citadas 83 plantas usadas com fins medicinais, sendo as mais predominantes: aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*), sangra-d'água (*Croton urucurana*), angico (*Anadenanthera* spp.), jatobá (*Hymenaea* sp.) e maruleite (*Operculina macrocarpa*) (LIMA, 2013).

Oliveira e Gondim (2013) realizaram estudo etnobotânico na cidade de Caldas Novas em Goiás, sul do Estado, e identificaram 92 espécies, pertencentes a 43 famílias botânicas, sendo as mais utilizadas medicinalmente: boldo (*Plectranthus barbatus*), erva-cidreira (*Melissa officinalis*), hortelã (*Mentha* spp.), erva de santa maria (*Chenopodium ambrosoides*), sucupira (*Pterodon emarginatus*), camomila (*Matricaria camomila*), babosa (*Aloe vera*), arnica (*Lychnophora ericoides*), quebra-pedra (*Phyllanthus* spp.) e o guaco (*Mikania* spp.), faveira (*Dimorphandra mollis*).

Também, na cidade de Jataí-GO, foi realizado um estudo etnobotânico com a ajuda das comunidades locais, e foi possível identificar através de conhecimentos empíricos, as tradições do uso das plantas medicinais nessa região. Foram reportadas 515 referências etnobotânicas para 112 etnoespécies, sobressaindo-se: Pé-de-perdiz (*Croton antisiphiliticus*), Sangra-d'água (*Croton urucurana*), Pau-terra-de-folha-larga

(*Qualea grandiflora*), Ervade- Santa Maria (*Chenopodium album*), Amaro-leite (*Operculina alata*), Algodãozinho-do-campo (*Cochlospermum regium*), Cavalinha (*Equisetum hiemale*) e Jaborandi (*Piper aduncum*), com destaque ainda para a Copaíba (*Copaifera langsdorffii*), Alecrim (*Rosmarinus officinalis*) e Fruta-de-lobo (*Solanum paniculatum*), (SOUSA et al., 2016).

O estudo etnobotânico mais recente sobre o uso de plantas medicinais do Cerrado, data de 2022, na região dos Campos Gerais no Estado do Paraná, uma área ecotonal onde o Cerrado faz limite com a Mata Atlântica. Este estudo identificou na região, 43 espécies pertencentes a 26 famílias botânicas, das quais *Myrtaceae* e *Melastomataceae* destacam-se pelo maior número de espécies. Dentre as plantas medicinais levantadas por este estudo, destacam-se as seguintes: *Erythroxylum deciduum* (cocão), *Pyrostegia venusta* (cipó de são joão), *Aegiphila verticillata* (fruto de papagaio), *Campomanesia adamantium* (guavira), *Eugenia pitanga* (pitanga do cerrado), *Piper gaudichaudianum* (pariparoba), *Palicourea rígida* (gritadeira), *Eugenia pyryformis* (uvaia) (FERREIRA et al., 2022).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseando-se no pressuposto de que o Cerrado é um bioma que apresenta um valor inestimável devido à sua biodiversidade, observa-se a necessidade de pesquisas e valorização do conhecimento em torno das espécies vegetais presentes nesse cenário. Estudos regionalizados já conduzidos, caracterizaram o Cerrado como um potente provedor de plantas medicinais nativas com grande potencial econômico.

Outro aspecto que merece ser destacado, é que o medicamento fitoterápico tradicional é aquele elaborado a partir de planta medicinal de uso embasado na tradição popular, sem evidências conhecidas de risco à saúde do usuário, cuja eficácia é validada através de levantamentos etnofarmacológicos e de utilização, documentação científica ou publicações indexadas. Todo fitoterápico tem um ou mais princípios ativos. O princípio ativo é uma substância ou grupo de substâncias, quimicamente caracterizado, cuja ação farmacológica é conhecida e responsável, total ou parcialmente, pelos efeitos terapêuticos do medicamento. A utilização de plantas medicinais nos programas de atenção primária à saúde pode se constituir numa alternativa terapêutica muito útil devido à sua eficácia aliada a um baixo custo operacional, a relativa facilidade para

aquisição das plantas e a compatibilidade cultural do programa com a população atendida.

Nesse sentido, tendo em vista a rica diversidade de espécies dos biomas brasileiros, e suas inúmeras particularidades, estudos regionalizados devem ser incentivados. Estudos etnobotânicos e etnofarmacológicos das plantas medicinais do Cerrado, tornam-se de suma importância, pois ao apresentarem tais informações no âmbito do bioma, considerado um dos últimos hotspots mundiais, evidenciam-no como prioritário para a conservação da biodiversidade.

## REFERÊNCIAS

BRANDÃO, M. G. L. (2003). Plantas Medicinais e Fitoterapia. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais.

CAMPOS, S., SILVA, C., CAMPANA, P.; ALMEIDA, V. (2016). Toxicity of plant species. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 18, 373-382.

COELHO, F. B. R.; DAL BELO, C. A.; LOLIS, S. F.; SANTOS, M. G. (2005). Levantamento etnofarmacológico realizado na comunidade Mumbuca localizada na comunidade do Jalapão-TO. *Rev Eletr Farm* 2: 52-55.

FERREIRA, L.K.N., PEDROSO, N. A. P., OLIVEIRA, J.R. & ANTIQUEIRA, L.M.O.R. (2022). Plantas Medicinais do Cerrado dos Campos Gerais. *Biodiversidade Brasileira*, 12, 309-317.

COSTA, F.G.C, NUNES, F.C.P, PERES, V. (2010). Mapeamento etnofarmacológico e etnobotânico de espécies de cerrado, na microrregião de Patos de Minas. *Perquirere*. 2, 93-111.

GUARIM NETO, G.; MORAIS, R. G. D. (2003). Medicinal plants resources in the Cerrado of Mato Grosso State, Brazil: a review. *Acta Botanica Brasilica*, 17, 561-584.

JORGE, S. S. A, MORAIS, R. G. (2003). Etnobotânica de plantas medicinais. In: Coelho, M.F.B., Costa Júnior, P., Dombroski, J.L.D. (Orgs.). *Diversos olhares em etnobiologia, etnoecologia e plantas medicinais*. 1º Seminário De Etnobiologia, Etnoecologia e 2º Seminário Centro-Oeste De Plantas Medicinais, 2003, Cuiabá. Anais...Cuiabá: Unicem, 89-98.

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

LIMA, J.R.S., RAQUEL, M.O. (2019). Etnobotânica no cerrado: Um estudo no Assentamento Santa Rita, Jatai - GO. 108.

MASSAROTTO, N. P. (2009). Diversidade e uso de plantas medicinais por comunidades quilombolas Kalunga e Urbanas, no nordeste do estado de Goiás-GO, Brasil.

MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., DA FONSECA, G. A.; KENT, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853-858.

OLIVEIRA, O.F.V.; GONDIM, M.J.C. (2013). Plantas medicinais utilizadas pela população de Caldas Novas, GO e o conhecimento popular sobre a faveira (*Dimorphandra mollis* Benth-Mimosoideae). *Revista Brasileira De Agroecologia*, 8l.ç

RATES, S. M. K. (2001). Plants as source of drugs. *Toxicon*, 39(5), 603-613.

RIBEIRO, R. V., BIESKI, I. G. C., BALOGUN, S. O.; DE OLIVEIRA MARTINS, D. T. (2017). Ethnobotanical study of medicinal plants used by Ribeirinhos in the North Araguaia microregion, Mato Grosso, Brazil. *Journal of ethnopharmacology*, 205, 69-102.

RIZZO, J.A., CAMPOS, I.F.P., JAIME, M.C.; MORGADO, W.F. (1999). Utilização de plantas medicinais ns cidades de Goiás e Pirenópolis, Estado de Goiás. UNESP. São Paulo. 20 (2): 431- 447.

SARAIVA, M. E., DE ALENCAR ULISSES, A. V. R., RIBEIRO, D. A., DE OLIVEIRA, L. G. S., DE MACEDO, D. G., DE SOUSA, F. D. F. S., ... dE ALMEIDA SOUZA, M. M. (2015). Plant species as a therapeutic resource in areas of the savanna in the state of Pernambuco, Northeast Brazil. *Journal of ethnopharmacology*, 171, 141-153.

SILVA, A.F., RABELO, M.F.R., ENOQUE, M.M. (2015). Diversidade de angiospermas e espécies medicinais de uma área de Cerrado. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, 3.

SILVA, C.S.P. (2007). As plantas medicinais no município de Ouro Verde de Goiás, GO, Brasil: uma abordagem etnobotânica. 153.

SOUZA, C. D. D.; FELFILI, J. M. (2006). The utilization of medicinal plants in the region of Alto Paraíso of Goiás, GO, Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 20, 135-142.

SOUZA, L. F., DIAS, R. F., GUILHERME, F. A. G.; COELHO, C. P. (2016). Plantas medicinais referenciadas por raizeiros no município de Jataí, estado de Goiás. *Revista brasileira de plantas medicinais*, 18, 451-461.

TRESVENZOL, L. M. (2007). Estudo sobre o comércio informal de plantas medicinais em goiânia e cidades vizinhas. *Revista Eletrônica De Farmácia*, 3(1). <https://doi.org/10.5216/ref.v3i1.2070>.

VILA VERDE, G. M.; PAULA, J. R.; CANEIRO, D. M. (2003). Levantamento etnobotânico das plantas medicinais do cerrado utilizadas pela população de Mossâmedes/GO. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, Maringá, 13, 64-66.

ZATTA, D. T. (2008). Estudo farmacognóstico, avaliação da toxicidade aguda e da atividade antimicrobiana das folhas de *Jacaranda decurrens* Cham. – Bignoniaceae. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

### **ARTIGO 3**

**(Submetido à Revista Fronteiras)**

## **SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DA FLORA MEDICINAL DO CERRADO**

**ECOSYSTEM SERVICES OF THE MEDICINAL FLORA OF THE CERRADO**

### **RESUMO**

Ecossistemas são definidos como os sistemas que englobam as complexas, dinâmicas e contínuas interações entre os seres vivos em seus ambientes físicos e químicos, nos quais o homem é parte integrante. Este conjunto de recursos bióticos, bem como sua idade e distribuição espacial. Desta forma, o objetivo deste estudo foi realizar revisão, revisão bibliográfica e análise de dados a respeito dos serviços ecossistêmicos da flora medicinal do cerrado. A metodologia utilizada neste estudo foi a revisão bibliográfica e de análise de dados, a qual se mostrou mais adequada para este tipo de pesquisa, porque visa identificar a produção quantitativa e qualitativa do tema em questão nos últimos anos. A revisão bibliográfica foi realizada nos anos 2020, 2021 e 2022. Dentre os estudos realizados sobre as diferentes espécies de plantas medicinais do Cerrado, destacam-se os ecossistemas e a biodiversidade são elementos fundamentais para o enfrentamento das crises socioeconômicas e ambientais pois trazem novas oportunidades de desenvolvimento socioeconômico.

Palavras-Chave: Cerrado; serviços ecossistêmicos; plantas medicinais; conservação de espécies.

### **ABSTRACT**

Ecosystems are defined as systems that encompass the complex, dynamic and continuous interactions between living beings in their physical and chemical environments, in which man is an integral part. This set of biotic resources, as well as their age and spatial distribution. Thus, the objective of this study was to carry out a review, bibliographic review

and data analysis regarding the ecosystem services of the medicinal flora of the Cerrado. The methodology used in this study was the bibliographic review and data analysis, which proved to be more suitable for this type of research, because it aims to identify the quantitative and qualitative production of the subject in question in recent years. The bibliographic review was carried out in the years 2020, 2021 and 2022. Among the studies carried out on the different species of medicinal plants in the Cerrado, ecosystems and biodiversity stand out as fundamental elements for facing socioeconomic and environmental crises, as they bring new opportunities of socioeconomic development.

Keywords: Cerrado; ecosystem services; medicinal plants; species conservation.

## **INTRODUÇÃO**

A humanidade sempre dependeu dos serviços prestados pela biosfera e pelos seus ecossistemas. A espécie humana, embora protegida das ações imediatas do meio ambiente através da cultura e da tecnologia, está em última instância totalmente dependente do funcionamento dos serviços dos ecossistemas. A composição da atmosfera e do solo, a circulação dos elementos pelo ar e pelos cursos hídricos, e muitos outros bens e serviços ecológicos são o resultado de processos vivos, e todos são mantidos e reabastecidos por ecossistemas vivos (AVALIAÇÃO DO MILÊNIO DOS ECOSSISTEMAS, 2005).

Ecossistemas são definidos como os sistemas que englobam as complexas, dinâmicas e contínuas interações entre os seres vivos em seus ambientes físicos e químicos, nos quais o homem é parte integrante. Este conjunto de recursos bióticos, bem como sua idade e distribuição espacial, juntamente com os recursos abióticos formam a estrutura ecossistêmica, a qual fornece a base para que ocorram os processos e as funções ecológicas. Essa rede complexa de interações do conjunto de recursos bióticos e abióticos permite o funcionamento do ecossistema e a provisão dos chamados serviços ecossistêmicos (SE) (SAMPAIO, 2013).

Os serviços ecossistêmicos, ou serviços ambientais, são considerados os bens e serviços que obtemos dos ecossistemas de forma direta ou indiretamente, sendo essenciais para o bem-estar humano. Isso se faz útil para avaliar a relação entre homem e natureza, e também sobre sua capacidade de conservação dos recursos naturais (CALIXTO, 2003).

O funcionamento dos ecossistemas é afetado por múltiplas interações entre vários tipos de serviços ambientais, resultando em uma rede altamente complexa. A natureza pode realizar diversas interações entre suas estruturas ecológicas, consideradas funções ecossistêmicas, as quais a capacita para prover os serviços utilitários ao homem, a outras espécies e inclusive a ela mesma, os serviços ecossistêmicos. Por se tratar de uma interação interconectada se presume que determinada instabilidade nas funções ecossistêmicas, conseqüentemente, acarreta em prejuízos a um serviço ou mais proveniente; o que representa uma mudança no padrão de bem-estar humano (PARRON et al., 2015; ANDRADE; ROMEIRO, 2009).

Considerando as ligações entre o bem-estar humano e os serviços prestados pelos ecossistemas, torna-se claro que qualquer ação que vise aumentar a qualidade de vida das populações e acelerar o processo de desenvolvimento deve reconhecer explicitamente a importância dos serviços prestados pelos ecossistemas para as condições de vida humana. Assim sendo, a reversão da degradação do capital natural como garantia para o incremento dos fluxos de serviços ecossistêmicos torna-se um imperativo na busca dos objetivos colocados pela Avaliação dos Ecossistemas do Milênio (AVALIAÇÃO DOS ECOSSISTEMAS DO MILÊNIO, 2005).

Serviços ecossistêmicos podem se caracterizar como direitos capazes de resultar em benefícios compensatórios, não necessariamente econômicos, aos seus fornecedores. Embora não haja um sistema de preços ou de mercados definidos para eles, a necessidade de preservação de determinados componentes do ecossistema implica um custo privado a determinados agentes econômicos cujo benefício é público (PARRON et al., 2015).

Nesse sentido, a valoração ambiental tem se tornado um conceito cada vez mais difundido e defendido como uma ferramenta que permite analisar o papel dos serviços ambientais oferecidos, assim como dos recursos naturais. Conforme Velloso et al. (2020), um ativo ambiental possui um valor econômico e que existe à medida que ocorre a alteração no uso e como consequência altera o nível de produção e consumo da sociedade. Ao mesmo tempo, os autores defendem que pode-se conter a degradação de parte dos recursos naturais, utilizando mecanismos de valoração ambiental.

O Cerrado, com sua ampla extensão e heterogeneidade de ecossistemas, tem destaque no que diz respeito à biodiversidade, pois representa em torno de 5% da diversidade biológica do planeta. Além dos aspectos ambientais, o Cerrado distingue-se pela sua importância social, uma vez que abriga inúmeras populações humanas que dele

sobrevivem e conhecem parte de sua inestimada variedade, como comunidades agroextrativistas, quilombolas e indígenas (BRASIL, 2006).

Quando se aborda o termo biodiversidade há que se considerar também, a agrobiodiversidade ou diversidade agrícola, que se refere às variedades e diversidade de plantas e animais que são utilizados como alimento, ração animal, fibras, combustível e para fins medicinais, incluindo ainda as espécies que contribuem para a produção da própria agrobiodiversidade como microrganismos do solo, predadores e polinizadores presentes nos agroecossistemas. Nesse contexto, o Cerrado, destaca-se por apresentar uma das maiores diversidades agrícolas dentre os biomas brasileiros, principalmente no que diz respeito à diversidade de frutos e plantas, utilizados tanto na medicina, principalmente a popular, quanto na alimentação, caracterizando-se como um dos maiores fornecedores de serviços ecossistêmicos de provisão (BRASIL, 2012).

## **METODOLOGIA**

A metodologia utilizada para a construção deste artigo foi de revisão bibliográfica e de análise de dados, a qual se mostrou mais adequada para este tipo de pesquisa, porque visa identificar a produção quantitativa e qualitativa do tema em questão nos últimos anos. A revisão bibliográfica foi realizada nos anos 2020, 2021 e 2022.

Foi definido como período de levantamento, obras publicadas a partir do ano 2000. Obras clássicas e de relevância para a pesquisa, que antecederiam a referida data, foram incluídas na amostragem por serem alicerce do referido estudo. Obras que não eram clássicas e que antecederiam o ano de 2000, foram excluídas da amostragem.

As bases de dados definidas para a pesquisa foram as bibliotecas virtuais do Portal de Periódicos da CAPES e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Os descritores utilizados nas buscas foram: **“Cerrado”**, **“Serviços ecossistêmicos”**, **“Plantas medicinais”** e **“Conservação de espécies”**. A seleção foi feita com base na maior proximidade com o tema pesquisado, a partir da leitura dos títulos ou dos resumos.

A partir da seleção dos trabalhos, as informações gerais que caracterizam as obras foram sistematizadas considerando as seguintes categorias de abordagem: serviços ecossistêmicos e Cerrado, valoração ambiental e pagamento por serviços ambientais. As buscas nas bases de dados resultaram em 142 obras a abordagem sobre

serviços ecossistêmicos e Cerrado, 49 obras com a abordagem sobre valoração ambiental e pagamento por serviços ecossistêmicos.

A partir da leitura dos títulos ou dos resumos das obras que resultaram das buscas realizadas, foram selecionados os trabalhos mais relevantes (entre artigos, teses e dissertações) que embasaram a pesquisa: 20 trabalhos sobre serviços ecossistêmicos e Cerrado e 08 trabalhos sobre o tema valoração ambiental e pagamento por serviços ambientais.

Após a seleção, foi realizada a etapa de leitura dos trabalhos selecionados onde foi feita a análise de conteúdo e a organização das obras conforme as categorias de abordagem das temáticas. Após a realização da leitura das obras completas, foi realizado o desenvolvimento do texto analítico descritivo conforme o conteúdo das obras selecionadas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos possui como público alvo geral a comunidade científica, os povos tradicionais, a indústria, o comércio e o agronegócio, organizações sociais, governamentais e não governamentais e a imprensa. Esse público é apoiador na produção de documentos e contribui para o engajamento e maior alcance das ideias nele discutidas assim como das práticas e recomendações propostas. O documento possui ainda um público alvo específico composto por tomadores de decisão nas áreas de biodiversidade, serviços ecossistêmicos e categorias de bem-estar humano em todas as esferas de governança.

Esse Diagnóstico foi construído em consonância com o documento “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (ODS) e, no contexto da CDB (Convenção sobre Diversidade Biológica), por meio do Plano Estratégico para a Biodiversidade 2011-2020 e das Metas de Aichi para Biodiversidade. Avalia as contribuições da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos para a qualidade de vida no contexto do desenvolvimento sustentável, considerando as tendências entre o ano 2000 até 2020 e as projeções futuras plausíveis, com foco em diferentes períodos entre 2020 e 2050. Tanto o Plano Estratégico para a Biodiversidade quanto as Metas de Aichi fornecem uma estrutura global base para ações efetivas e urgentes que impeçam a perda de biodiversidade, e esses esforços requerem interação entre os cientistas e os tomadores de decisão para os quais este diagnóstico é direcionado.

Além das contribuições materiais, proporcionadas pelos SE fornecidos pela natureza, o conceito de contribuições da natureza para as pessoas (CNP) visa expandir a definição de serviços ecossistêmicos no que tange também às contribuições imateriais, não passíveis de serem classificadas como serviços ecossistêmicos culturais.

Dentre as contribuições materiais proporcionadas pelos SE fornecidos pela natureza, são considerados aspectos sobre segurança alimentar, segurança hídrica, segurança energética, saúde, segurança de renda e modo de vida (quadro 1). Com relação às dimensões imateriais das CNP são considerados as atividades de lazer, aprendizagem e conexão espiritual com a natureza, a identidade e continuidade cultural, contribuições das comunidades tradicionais para a agrobiodiversidade (quadro 2).

**Quadro 1: Aspectos das Contribuições Materiais da Natureza às Pessoas.**

<b>CNP MATERIAIS</b>	<b>ASPECTOS</b>	<b>PANORAMA BRASILEIRO</b>
<b>Segurança Alimentar</b>	A produção de alimentos depende tanto da biodiversidade nativa como de espécies exóticas, sendo o componente nativo de maior importância para povos indígenas e comunidades tradicionais.	-Cultivo de cerca de 469 espécies pertencentes a 84 famílias de plantas utilizadas na alimentação em sistemas agroflorestais; -Incremento da criação de animais utilizados na alimentação; -Aumento da produção de produtos de origem orgânica.
<b>Segurança Hídrica</b>	Utilização de recursos naturais aquáticos para diversos usos Humanos.	12% da água doce do mundo (70% concentrados na Amazônia), porém, a disponibilidade e a qualidade desse recurso não são distribuídos uniformemente.
<b>Segurança Energética</b>	As energias renováveis possuem um papel fundamental na matriz energética brasileira, com destaque para a cana-de-açúcar, energia hidráulica e lenha/carvão.	- Cerca de 43,5% da produção de energia primária é proveniente de fontes renováveis; - Mais de 2/3 da matriz elétrica brasileira é baseada em fontes renováveis, principalmente de usinas

		<p>hidrelétricas;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento da produção de energia eólica;</li> <li>- Cerca de 12% de área cultivada destinada à produção de biodiesel.</li> </ul>
<b>Saúde</b>	<p>O uso medicinal da fauna e da flora brasileiras é recorrente em todos os biomas, por populações tradicionais, indígenas e urbanas. A megadiversidade do país tem enorme potencial para prospecção, identificação e aproveitamento de recursos genéticos para uso medicinal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cerca de 36 espécies oficiais de plantas utilizadas na produção de cosmecêuticos e fitoterápicos;</li> <li>- A conversão da cobertura vegetal nativa em outros tipos de uso do solo tem sido relacionada com a emergência ou o risco crescente de doenças infecciosas, como malária e da leishmaniose.</li> </ul>
<b>Segurança de Renda e Modo de Vida</b>	<p>Atividades econômicas de pequena escala que dependem diretamente da biodiversidade como agricultura familiar, pesca, extrativismo e caça, asseguram renda e modos de vida a milhões de brasileiros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A agricultura familiar constitui 88% dos estabelecimentos rurais brasileiros;</li> <li>- Empregos gerados a mais de 15 pessoas/100 hectares com agricultura familiar;</li> <li>- Cerca de 1 milhão de pescadores artesanais profissionais registrados.</li> </ul>

Fonte: Autoria Própria, 2022 (Adaptado de 1º Diagnóstico Brasileiro para a Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos)

### Quadro 2: Aspectos das Contribuições Imateriais da Natureza às Pessoas

<b>CNP IMATERIAIS</b>	<b>ASPECTOS</b>	<b>PANORAMA BRASILEIRO</b>
Lazer, Aprendizagem e Conexão Espiritual	A natureza propicia lazer, aprendizagem e conexão espiritual para as pessoas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento do ecoturismo em 320% entre 2006 e 2015;</li> <li>- Atividades de ecoturismo e lazer na</li> </ul>

com a Natureza		natureza geram cerca de R\$ 4 bilhões por ano, 43 mil empregos e agrega R\$ 1,5 bilhão ao Produto Interno Bruto (PIB) do país.
Identidade e Continuidade Cultural	A cultura e a identidade de um povo estão intrinsecamente ligadas aos elementos tangíveis e intangíveis da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.	-São mais de 800 mil indígenas de 305 etnias, falantes de 274 línguas, e ao menos 28 grupos de populações tradicionais como pescadores, quilombolas, seringueiros, ribeirinhos, quebradeiras de coco-babaçu, pantaneiros, vazanteiros, veredeiros, geraizeiros, que, juntos, contabilizam cerca de 25 milhões de pessoas, ocupando cerca de 1/4 do território nacional.
Contribuições das Comunidades Tradicionais	Contribuição dos povos indígenas e de comunidades tradicionais para a agrobiodiversidade e o delineamento de paisagens no território brasileiro.	-Domesticação de inúmeras espécies de plantas nativas; -Manejo do uso do fogo em regiões como o Cerrado; -Manejo da pesca e da caça; -

Fonte: Autoria Própria, 2022 (Adaptado de 1º Diagnóstico Brasileiro para a Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos)

Considerando o bioma Cerrado, o mais ameaçado dos biomas brasileiros no momento, com uma taxa de desmatamento anual de mais de 0,7%. A intensa e acelerada ocupação a que foi submetido o bioma a partir das décadas de 1960 e 1970, ocasionaram uma conversão de cerca de 47% de sua área nativa em áreas de uso antrópico, destinadas a cultura agrícola, pastagens nativas e cultivadas, reflorestamento, área urbana e mineração (SANO; ALMEIDA, 1998).

A criação de Áreas Protegidas ou Unidades de Conservação (UCs), estão dentre as políticas públicas adotadas para a proteção da biodiversidade mais utilizadas, e visam assegurar a manutenção das condições ecológicas de determinadas áreas e garantir as condições de perpetuação das espécies animais e vegetais nela existentes. O

bioma Cerrado tem aproximadamente 9,4% de seus domínios protegidos por UCs Federais, Estaduais e Municipais, que se distribuem entre as categorias de Proteção Integral ou uso indireto, onde o objetivo principal é a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica; e aquelas denominadas de Uso Sustentável ou uso direto, onde a exploração dos recursos naturais é permitida sob bases sustentáveis (GARCIA; FERREIRA; LEITE, 2011).

Embora ainda existam dificuldades metodológicas para se obter resultados robustos de valoração econômica da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, por falta de informações e/ou sistemáticas adequadas, não se pode deixar de pontuar os valores monetários dos serviços ecossistêmicos. Estes são especialmente importantes e podem ser incorporados diretamente nos procedimentos orçamentários e contábeis nacionais, para racionalizar análises e planejamentos nos processos de tomada de decisão.

Ao se explorar os impactos dos vetores indiretos nas mudanças da biodiversidade e SE, uma importante abordagem é o aumento da demanda por alimentos devido ao crescimento populacional exponencial observado nas últimas décadas. A redução da população rural também é considerada um vetor indireto importante, visto que levou a uma maior pressão sobre o uso de recursos naturais. Apesar de o Brasil enfrentar, desde 2014, uma importante crise econômica e política, a qual foi antecedida por um longo período de crescimento econômico marcado por investimento público massivo em construção de infraestrutura, habitação e eventos esportivos internacionais, esse crescimento resultou em uma maior pressão sobre os seus recursos naturais. Embora o crescimento econômico possa trazer impactos positivos a partir de investimentos ambientais e sociais para todo o país, esta relação não é automática e exige políticas públicas estruturantes para reforçar os elos entre crescimento e bem-estar humano.

O bioma Cerrado em específico, enfrenta como problema central da ocupação territorial e econômica, o caráter predatório do modelo agropecuário predominante, que ameaça a sua própria existência. Portanto, o modelo é insustentável no longo prazo, devido a seus sérios impactos socioambientais negativos. O empobrecimento ecológico do Cerrado se deve principalmente à incorporação de extensas áreas para a agricultura comercial, baseada em plantios homogêneos e no uso intensivo de agrotóxicos, à exploração pecuária extensiva, ao uso do fogo e às más práticas de captação e uso de água na irrigação, ao que se soma uma vigorosa expansão

da infra-estrutura sem a adoção efetiva de medidas de mitigação de impactos e de compensação socioambiental, entre a construção de hidrelétricas, barragens, rodovias, hidrovias e ferrovias (BRASIL, 2006).

Em resumo, o modelo regional de ocupação do Cerrado, associado a vetores antrópicos diretos, relaciona-se a problemas sobre o meio biológico, físico, de ordem social e econômica e de ordem político institucional (quadro 3).

**Quadro 3: Problemas socioambientais do Cerrado associados a vetores diretos antrópicos.**

<b>Meio Biológico</b>	<b>Meio Físico</b>	<b>Sobre a ordem social e econômica</b>	<b>Sobre a ordem político institucional</b>
Perda da biodiversidade, representada pela extinção de populações, espécies e produtos do Cerrado	Erosão dos solos e assoreamento dos rios	Imigração e ocupação territorial desordenadas	Inadequação e/ou ineficiência da legislação, de políticas públicas e de instrumentos normativos no que se refere à promoção e ao incentivo de processos produtivos e de modos de vida sustentáveis
Supressão, fragmentação e isolamento de habitats, paisagens, ecossistemas, populações e espécies animais e vegetais, através do desmatamento e uso de queimadas na ocupação agrosilvipastoril no bioma	Poluição e contaminação química do solo, da água e do ar	Perda da base territorial das populações tradicionais e restrições às suas dinâmicas socioambientais	Falta de integração entre instituições e ações de governo em diversos âmbitos e esferas do governo
Perda de funções e serviços ambientais	Redução da qualidade e da quantidade de água	Êxodo rural de populações tradicionais e de agricultores familiares	
Aumento das espécies exóticas e invasoras no Cerrado	Degradação e exaustão de nascentes e veredas	Desvalorização dos modos de vida, dos saberes e dos produtos locais das populações tradicionais, e a conseqüente perda destas culturas e conhecimentos	
		Atividades econômicas com alta dependência	

		externa de mercados consumidores, capitais, tecnologias, produtos e tecnologias	
		Uso indevido e abusivo da biodiversidade do Cerrado, pela biopirataria e pela ausência de repartição dos benefícios derivados do conhecimento tradicional	

Fonte: Autoria Própria, 2022 (Adaptado de BRASIL, 2006)

Ainda com relação aos vetores diretos antrópicos, o Diagnóstico Brasileiro da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos, traz Projeções indicam que o Brasil será afetado por mudanças climáticas, com um aumento médio da temperatura de 2° a 3° C até 2070, atingindo principalmente as regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste. Espera-se, ainda, uma redução significativa das chuvas, com o incremento dos eventos de secas, principalmente no leste da Amazônia, no Cerrado e na Caatinga. Essa diminuição na precipitação poderá desencadear processos de savanização na Amazônia, desertificação na Caatinga e expansão da Mata Atlântica em direção ao Pampa. A Amazônia e a Caatinga são os biomas brasileiros com maior exposição e sensibilidade às mudanças climáticas.

Para lidar com esses desafios, o Brasil firmou compromissos globais, muitos desses ancorados em políticas nacionais que, para sua realização, precisam tanto de comando e controle, como de incentivos para ganho de escala. A avaliação dessas políticas carece de aprimoramento, com monitoramento regular e construção e acesso a bases de dados ambientais qualificadas que dialoguem com as bases de dados sociais existentes. Nesse sentido, começam a surgir diversas práticas baseadas na natureza que têm valor adaptativo às mudanças climáticas, à redução de riscos de desastres e à redução dos riscos de extinção de espécies, contribuindo assim, para a manutenção da biodiversidade e dos serviços oferecidos pelos ecossistemas.

## CONCLUSÃO

Os serviços ecossistêmicos, ou serviços ambientais, são considerados os bens e serviços que obtemos dos ecossistemas de forma direta ou indiretamente, sendo

essenciais para o bem-estar humano. A humanidade sempre dependeu dos serviços prestados pela biosfera e pelos seus ecossistemas, e embora protegida das ações imediatas do meio ambiente através da cultura e da tecnologia, está em última instância totalmente dependente do funcionamento desses serviços.

Serviços ecossistêmicos podem se caracterizar como direitos capazes de resultar em benefícios compensatórios, não necessariamente econômicos, aos seus fornecedores. Embora não haja um sistema de preços ou de mercados definidos para eles, a necessidade de preservação de determinados componentes do ecossistema implica um custo privado a determinados agentes econômicos cujo benefício é público. Nesse sentido, a valoração ambiental tem se tornado um conceito cada vez mais difundido e defendido como uma ferramenta que permite analisar o papel dos serviços ambientais oferecidos, assim como dos recursos naturais.

Ao se considerar a potencialidade da biodiversidade dos biomas brasileiros, principalmente do bioma Cerrado, percebe-se que este é capaz de fornecer bens e serviços ambientais a partir de suas funções ou serviços ecossistêmicos, dos quais o ser humano pode aproveitar de forma direta ou indireta. Contudo, a falta de reconhecimento das contribuições dos ecossistemas para as atividades humanas é uma das principais causas de degradação ambiental, pois a demanda pelos serviços ecossistêmicos vai crescendo tão rapidamente que ultrapassa a capacidade dos ecossistemas de fornecê-los. Nesse contexto, a perda da biodiversidade do Cerrado, devido ao contínuo processo de ocupação desse bioma tem consequências diretas para sua degradação e, por consequência, do desaparecimento de diversos serviços ecossistêmicos, dentre os quais o importante serviço de provisão de espécies vegetais, incluindo as já catalogadas e as potencialmente úteis para fins medicinais.

Ante o exposto, conclui-se que os ecossistemas e a biodiversidade são elementos fundamentais para o enfrentamento das crises socioeconômicas e ambientais pois trazem novas oportunidades de desenvolvimento socioeconômico. Precisam, entretanto, estar incorporados às políticas de governança que estão relacionadas às decisões e práticas socioambientais em que se apoiam os tomadores de decisão.

## **REFERÊNCIAS**

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano.** Texto para Discussão . Texto para Discussão. IE/UNICAMP. n. 155, 2009.

AVALIAÇÃO ECOSSISTÊMICA DO MILÊNIO. **Ecosistemas e o Bem-estar Humano: Estrutura para uma Avaliação.** Relatório do Grupo de Trabalho Estrutura Conceptual da Avaliação do Milênio dos Ecossistemas. World Resources Institute, 2005.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Bioma Cerrado: Programa Cerrado Sustentável.** Brasília, DF, 2006.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Lei n. 12.651 de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.** República Federativa do Brasil. Brasília, 2012.

CALIXTO, J. S.; RIBEIRO, A. E. M. **O Cerrado como fonte de plantas medicinais para uso dos moradores de comunidades tradicionais do alto Jequitinhonha, MG.** In: II ENCONTRO NACIONAL DE PÓS GRADUAÇÃO EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 2004. Indiatuba. Anais... Indaiatuba, 2003.

GARCIA, F. N.; FERREIRA, L. G.; LEITE, J. F. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (XV), 2011, Curitiba, PR, Brasil. **Anais...** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: 2011. p. 4086-4093.

PARRON, L. M. et al. **Serviços ambientais: conceitos, classificação, indicadores e aspectos correlatos.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. EMBRAPA, Brasília, 2015.

**PRIMEIRO DIAGNÓSTICO BRASILEIRO DE BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS.** Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Brasília, 2019.

SAMPAIO, J. A. G. **Disponibilidade De Serviços Ecossistêmicos De Um Sistema Agroflorestal Na Região De Cerrado No Brasil Central.** Trabalho de Conclusão de Curso. 2015. 53f. Bacharelado em Gestão Ambiental. Universidade de Brasília. Brasília.

SANO S. M.; ALMEIDA, S. P. (Orgs.) **Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA CERRADOS,** 1998.

VELLOSO, L. P. L. et al. **A Importância de Ativos Naturais na Produção de Serviços Ecossistêmicos e Geração de Bem-Estar Social na Percepção da População Local: O Caso do Parque Estadual do Utinga em Belém/Pará.** 2018. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural da Amazônia.

## **ARTIGO 4**

### **NICHO POTENCIAL DAS ACANTHACEAE ENDÊMICAS DE GOIÁS E DISTRITO FEDERAL UTILIZANDO MODELAGEM DE NICHO ECOLÓGICO**

#### **INTRODUÇÃO**

A diversidade biológica de espécies nos biomas terrestres tem alertado para uma perda crescente de seus representantes, e entre as causas mais discutidas na comunidade científica, destacam-se a fragmentação gerada pela expansão agrícola, mineração, pecuária, exploração de madeira, entre outras atividades antrópicas. Com isso, a fragmentação gera alterações nos habitats naturais, modificando nichos e o microclima dos ambientes, reduzindo assim a disponibilidade de recursos necessários à sobrevivência das espécies (CORREIA; MOURA; LOUZADA, 2011).

O grande avanço do agronegócio na região central do Brasil nos últimos anos, trouxe inúmeros prejuízos ao ecossistema e hábitat do Cerrado, principal bioma da região, levando ao desaparecimento de algumas espécies animais e vegetais. Além da expansão do agronegócio, o crescimento urbano e a falta de mecanismos legais de proteção ambiental e conservação da biodiversidade, também contribuem para os riscos de extinção do Cerrado, incluindo das espécies endêmicas (STRASSBURG et al., 2017). As espécies endêmicas estão presentes em uma determinada região, sendo restritas apenas àquele local, o que lhes confere riscos de extinção. Os fatores que podem influenciar são: a variabilidade genética, flutuações ambientais e perdas de habitat. Atualmente o interesse pelo endemismo, tem ajudado na busca de soluções, a fim de conservar a biodiversidade existente (MARTINELLI; MESSINA; SANTOS, 2014).

Desde a realização da Convenção da Diversidade Biológica em 1992, da qual o Brasil é signatário, foram estabelecidas estratégias para a conservação de plantas e contenção da extinção de espécies, principalmente as raras e ameaçadas de extinção. Em 2008 foi criado o Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora que permitiu a centralização da análise sobre o estado de conservação da flora brasileira (CNC FLORA, 2021). A partir disso foi lançada a Lista de Espécies da Flora do Brasil, juntamente com o Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil e o Livro Vermelho da Flora do Brasil, que inclui a avaliação do risco de extinção de 4.617 espécies da flora nacional, o que representou os primeiros passos para o alcance das metas conservacionistas.

Nesse contexto, junto ao Projeto Lista Vermelha, inclui-se o Livro Vermelho da Flora do Cerrado, estabelecendo como prioridade as avaliações do risco de extinção das espécies consideradas raras e a definição das espécies a serem avaliadas no recorte “plantas raras do Cerrado” (MARTINELLI; MESSINA; SANTOS FILHO, 2014). Na avaliação das espécies para construção do Livro Vermelho da Flora do Cerrado, foram analisadas 578 espécies de 176 gêneros e 65 famílias consideradas raras e com distribuição no Cerrado de acordo com o conceito de raridade de Giulietti et al. (2009). Deste total, 366 (63%) espécies de 137 gêneros botânicos correspondentes a 52 famílias de Angiospermas foram categorizadas como ameaçadas (MARTINELLI; MESSINA; SANTOS FILHO, 2014).

Ainda de acordo com o estudo de Martinelli, Messina e Santos Filho (2014), a distribuição das plantas raras do Cerrado ameaçadas nos estados brasileiros indicou que o maior número de espécies ameaçadas se concentra nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste, sendo Minas Gerais o estado que apresentou a maior quantidade de espécies em todas as três categorias de risco de extinção, seguido por Goiás e Bahia.

Myers et al. (2000) citaram o Cerrado como um *hotspot* mundial para conservação de biodiversidade, ou seja, alta concentração de espécies endêmicas no bioma está perdendo seu habitat. O Ministério do Meio Ambiente aponta que o processo vertiginoso de ocupação do Cerrado principalmente a partir dos anos 1970, como a agricultura e a pecuária extensivas, que resultam em altas taxas de desmatamento na região, são os fatores determinantes da perda da biodiversidade nesse cenário (BRASIL, 2006; FRANÇOSO, 2015). Desta forma, estes fatores conduzem a rápidas mudanças ambientais ameaçando o futuro da biodiversidade nesses *hotspots* devido às altas taxas

de extinção esperadas, configurando-se como um desafio e representando uma questão crucial para sua conservação (PEREIRA, 2014).

Todas essas ações antrópicas, acarretam grandes preocupações sobre as modificações na paisagem e possíveis impactos que podem influenciar na dispersão e consequentemente na distribuição espacial das espécies. Assim, a conservação das espécies exige tanto o conhecimento sobre sua história natural e sua biologia quanto informações sobre a sua distribuição geográfica e seu potencial de ocorrência (SANTANA, 2009).

A distribuição geográfica é determinada por fatores ambientais como o clima, cobertura vegetal e interações bióticas combinados com os fatores impostos pela sua história evolutiva. Deste modo, utilizando de ferramentas de geoprocessamento são desenvolvidos modelos ecológicos que permitem gerar mapas preditivos de padrões de distribuição das espécies, com a utilização de registros de presença e de variáveis ambientais (ROMÃO, 2017).

Nesse aspecto, a modelagem preditiva de distribuição geográfica vem se tornando uma ferramenta importante em estudos de ecologia e conservação incluindo o estudo da expansão em espécies invasoras, o prognóstico dos efeitos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade e planos para conservação de espécies ameaçadas (NABOUT et al., 2009).

Muitas vezes para estabelecer padrões de riqueza e distribuição de espécies pode-se utilizar um dos mais básicos conceitos da ecologia que é o nicho ecológico, o qual é definido como o conjunto de condições e recursos ambientais e as interações ecológicas que controlam a distribuição das espécies, satisfazendo suas exigências, de modo que esta sobreviva, cresça e reproduza, ou seja, o conjunto de condições que permitem a sobrevivência de uma espécie indicando seu potencial geográfico. Os modelos de nicho ecológico definem regiões geográficas onde uma espécie possui alta probabilidade de ser encontrada (SANTANA, 2009).

Utilizando-se este importante conceito surgiram ferramentas como os modelos ecológicos de distribuição geográfica, que utilizam o conhecimento do nicho ecológico para determinar a distribuição e riqueza para diversos grupos. Tais modelos buscam quantificar a relação espécie/ambiente, representando o ponto central da modelagem preditiva, a qual baseia-se nos fatores ambientais controlando a distribuição de espécies e comunidades em função da limitação fisiológica e do ecossistema (PEREIRA, 2014).

A distribuição potencial de espécies é elaborada, compilando-se dados de georreferenciamento com variáveis ambientais com o qual é possível prever ou inferir sua distribuição a partir de dados de ocorrência. Portanto, modelos de previsão de distribuição geográfica de espécies com base nas condições ambientais de localidades conhecidas, constituem uma importante técnica que pode ser utilizada em estudos de conservação, ecologia e evolução contribuindo para o melhor entendimento de espécies pouco amostradas (ROMÃO, 2017).

Nesse contexto, o desenvolvimento de modelos de nicho ecológico pode ser importante para investigar padrões e processos biogeográficos, possibilitando a previsão da distribuição geográfica de espécies a partir de dados esparsos de ocorrência. Além disso, este tipo de abordagem permite explorar diversas questões como a definição de áreas prioritárias para conservação, a análise do potencial de invasão de uma espécie exótica; a indicação da distribuição geográfica de uma espécie no passado e a realização da previsão sobre a sua distribuição futura (GIOVANELLI et al., 2008).

A modelagem preditiva de distribuição está baseada na determinação de funções que descrevam o nicho ecológico de espécies com base em pontos de ocorrência conhecidos e dados ambientais. Sendo assim, existem diversas técnicas que permitem essa modelagem do nicho, como modelos lineares generalizados (GLM, “Generalized Linear Models”), modelos aditivos generalizados (GAM, “Generalized Additive Models”), análise de componentes principais (PCA, “Principal Component Analysis”) redes neurais artificiais (ANNs, “Artificial Neural Networks”), máxima entropia (Maxent, “Maximum Entropy”) (NABOUT et al., 2009).

Os pontos referentes à localização das espécies, também conhecidos como pontos de ocorrência ou de ausência, devem estar na forma de dados georreferenciados (latitude e longitude). Os pontos de ocorrência correspondem aos locais onde a espécie foi de fato encontrada, os pontos de ausência correspondem aos locais onde foi realizada uma busca pela espécie, obedecendo a uma determinada metodologia, e ela não foi encontrada, e os demais pontos são considerados indefinidos, onde não se tem informação sobre a espécie. Os dados ambientais, como clima, altitude, solo e vegetação, devem ser organizados em camadas do espaço ecológico multidimensional correspondente à região estudada, também na forma de dados georreferenciados. Aos dados de ocorrência, ambientais e de espécies, são aplicados algoritmos capazes de encontrar áreas ambientalmente similares àquelas onde as espécies foram de fato encontradas. Os algoritmos se baseiam em conceitos de nicho ecológico e na hipótese

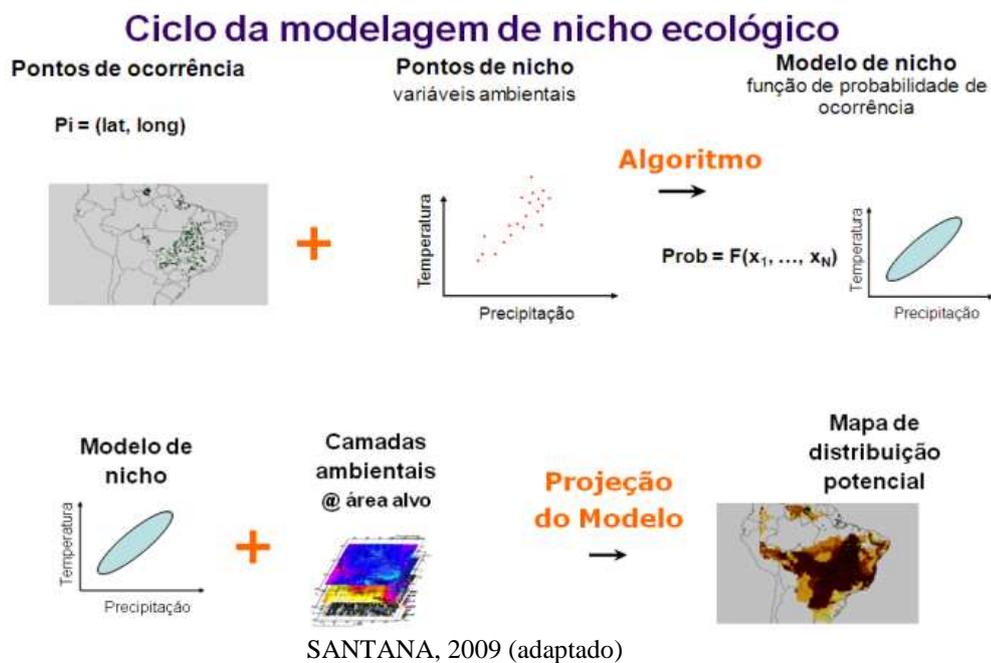
de que, se uma espécie pode ser encontrada sob certas condições, então ela deve ser capaz de sobreviver e se reproduzir em qualquer local que ofereça as mesmas condições (SANTANA, 2009).

O resultado obtido é um modelo que corresponde a uma função de distribuição da probabilidade de ocorrência de uma espécie em todas as coordenadas geográficas da região de estudo. Os modelos gerados representam a distribuição das espécies em cenários de passado, presente e futuro, e podem ser projetados em mapas da região geográfica estudada, mostrando áreas similares, do ponto de vista ambiental e ecológico, àquelas em que as espécies foram de fato encontradas. Um modelo pode ser projetado em um mapa geográfico em escala de cores, onde cada cor representa uma probabilidade específica. Esta projeção pode ser feita sobre as mesmas condições e mesma região geográfica onde foi gerado o modelo ou em diferentes regiões ou épocas (SANTANA, 2009).

A figura 1 descreve a modelagem de nicho ecológico. Os pontos da espécie em estudo, no caso pontos de ocorrência e em coordenadas georreferenciadas com latitude e longitude, são analisados em conjunto com os dados ambientais, também em coordenadas georreferenciadas com latitude e longitude (a figura considera como exemplo de variáveis ambientais temperatura e precipitação), por um algoritmo que produz um modelo de nicho ecológico. Este modelo é então projetado em um mapa geográfico em escala de cores, gerando o mapa com a distribuição potencial da espécie na área geográfica em estudo.

**Figura 1.** O ciclo da modelagem do nicho ecológico

Fonte:



Os dados de ocorrência das espécies são obtidos de órgãos de pesquisa públicas e privadas, como por exemplo os herbários, e constituem as informações básicas para os estudos de distribuição geográfica. No entanto, os dados sobre ocorrência das espécies geralmente têm uma incompleta cobertura geográfica para serem avaliados diretamente em questões de conservação ou estudos biogeográficos.

A modelagem de distribuição potencial de espécies, como a modelagem de nicho ecológico, é uma alternativa viável para superar esses desafios, uma vez que gera uma extrapolação da distribuição geográfica das espécies a partir dos dados disponíveis,

tornando-se uma ferramenta importante para grandes áreas onde a distribuição das espécies é desconhecida devido à inacessibilidade e altos custos e tempo necessários para tais estudos (PEREIRA, 2014).

Assim, baseando-se na modelagem de nicho ecológico, amplas áreas geográficas, contendo alta complexidade nas comunidades e elevadas taxas de biodiversidade e endemismo, como o Cerrado brasileiro, podem ser estudados. O Cerrado, com sua área aproximada de 2 milhões km<sup>2</sup>, abriga mais de 13.000 espécies de plantas de acordo com a descrição da Lista de Espécies da Flora do Brasil, das quais aproximadamente 40% são endêmicas (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2020). Para a família das Acanthaceae são relatadas ao menos 254 espécies endêmicas (BORSALI, 2012; REIS; GIL; KAMEYAMA, 2017).

De acordo com as listas descritas na Flora do Brasil de 2020, o Estado de Goiás possui sete espécies endêmicas pertencentes à família Acanthaceae, sendo estas: *Aphelandra obtusa*, *Hygrophila humistrata*, *Justicia goianiensis*, *Justicia ixodes*, *Ruellia rufipila*, *Ruellia trachyphylla* e *Stenandrium irwinii*. Além destas espécies, duas outras espécies de Acanthaceae são até o momento, consideradas endêmicas para o Estado de Goiás, conforme pesquisas realizadas e publicadas por Silva (2022), sendo estas: *Justicia pusilla* e *Ruellia umbrosa*.

Ante o exposto, considerando que o Cerrado é um *hotspot* de biodiversidade global devido à grande biodiversidade endêmica, aliada aos altos níveis de degradação ambiental causados pelas intensas atividades antrópicas, este bioma torna-se prioritário em estudos de conservação, visto que estes impactos justificam a necessidade de documentar a distribuição geográfica e a riqueza de espécies. Tais informações servirão para discutir questões relativas à conservação, com o objetivo de manter a viabilidade das populações, e conseqüentemente, da biodiversidade ao longo do tempo (PEREIRA, 2014).

O objetivo deste capítulo é analisar a distribuição geográfica potencial das espécies endêmicas das Acanthaceae do Estado de Goiás e Distrito Federal, com base na modelagem do nicho ecológico, comparando os registros de ocorrência com áreas protegidas e áreas prioritárias para a conservação, e espera-se que estes dados servirão para gerar informações necessárias para a conservação da biodiversidade deste bioma brasileiro.

## METODOLOGIA

A área de estudo compreende o bioma Cerrado no estado de Goiás e Distrito Federal, as espécies da família Acanthaceae descritas endêmicas destas localidades na Flora e Funga do Brasil de 2020 (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2020) foram abrangidas.

Dois artigos de descrição (SILVA, 2022) também foram consultados, para duas espécies recentemente descritas. Os dados de ocorrência das espécies descritas na Flora de 2020 foram extraídos de herbários disponíveis nas plataformas Specieslink (specieslink.net) e Gbif (gbif.org). As coordenadas inconsistentes e de duplicatas foram excluídas, obtendo-se 36 ocorrências (N=36). O total de ocorrências por espécie utilizadas para compor as projeções e mapas de localização de coletas foi: (*Justicia goianienses*; 10 / *Justicia ixodes*; 3 / *Ruellia rufipila*; 11 / *Ruellia trachyphylla*; 5 / *Stenandrium irwinii*; 7). As demais espécies não possuem registros de ocorrência, portanto, não foi possível realizar as projeções para as mesmas.

As malhas territoriais utilizadas foram as de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (“Malha Municipal | IBGE”, 2022). Os dados climáticos foram obtidos do WorldClim (FICK; HIJMANS, 2017) com precisão de 1 km<sup>2</sup>, e esses dados são apresentados na Tabela 1. As projeções foram realizadas através do Software Maxent “Maximum Entropy”. A validação dos modelos se deu através da área sob a curva (AUC - *Area under the curve*) (PHILLIPS et al., 2017).

Para contextualizar os dados de ocorrência supracitados, foram elaborados mapas de localização destas coletas utilizando as malhas de 2022 do IBGE juntamente com as malhas de UC federais e municipais, bem como as de RPPN, disponíveis no Sistema de Informações Geográficas Ambientais do Estado de Goiás - SIGA. Todos os mapas foram elaborados utilizando o software QGIS®.

**Tabela 1.** Variáveis ambientais utilizadas nas modelagens de nicho ecológico.

Variável preditora	Descrição
BIO1	Annual mean temperature
BIO2	Annual precipitation
BIO3	Isothermality
BIO4	Max temperature of warmest month

BIO5	Mean diurnal range
BIO6	Mean temperature of coldest quarter
BIO7	Mean temperature of driest quarter
BIO8	Mean temperature of warmest quarter
BIO9	Mean temperature wettest quarter
BIO10	Min temperature of coldest month
BIO11	Precipitation of coldest quarter
BIO12	Precipitation of driest month
BIO13	Precipitation of driest quarter
BIO14	Precipitation of warmest quarter
BIO15	Precipitation of wettest month
BIO16	Precipitation of wettest quarter
BIO17	Precipitation seasonality
BIO18	Temperature annual range
BIO19	Temperature seasonality
BIO20	Elevation

**Fonte: Autoria própria a partir de dados do [worldclim.org.br](http://worldclim.org) (2023)**

O MaxEnt é um Software baseado em máxima entropia. O algoritmo foi testado e comparado com outros modelos, onde concluiu-se que seus resultados são mais robustos, devido ao maior acerto nas predições (PEREIRA, 2014).

Conforme Phillips et al (2017) o Maxent estima a distribuição de determinada espécie, encontrando a distribuição que tem entropia máxima, sujeita a restrições derivadas das condições ambientais verificadas nos locais de ocorrência. As restrições são definidas pelas variáveis ambientais, em exemplo a temperatura.

O programa MaxEnt é recente e tem se apresentado melhor que outros programas para um conjunto de dados pequenos (PHILLIPS et al., 2017), como o caso das espécies em estudo que possuem poucos registros de ocorrência nos herbários consultados. Este método parte do conceito que a distribuição que se conhece de uma espécie é a representação adequada do seu nicho ecológico, a partir daí o método atribui valores de zero e um para os demais quadrantes (pixels) da área geográfica. Diferentemente de outros métodos, o MaxEnt modela a distribuição das espécies apenas com dados de presença (NABOUT et al., 2009).

Os resultados são imagens que representam a probabilidade de ocorrência em uma gama de cores distintas, gradualmente indicando onde as condições são adequadas (valores próximos a 1) e inadequadas (valores próximos a 0) (PHILIPS et al., 2017).

Desta forma foram gerados mapas de distribuição potencial para cada espécie que apresentou acima de três registros de ocorrência.

O desempenho do modelo foi avaliado através da área da curva AUC (Area under the curve), que avaliou a acurácia do modelo gerado. Os valores de AUC variam de 0 a 1, onde valores iguais ou menores a 0,5 indicam modelos sem capacidade de predição. Deste modo, os valores mais próximos a 1,0 sugerem um excelente desempenho do modelo (ROMÃO, 2017).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização e Ecologia das Espécies

#### *Aphelandra obtusa*

*A. obtusa* foi descrita na Flora Brasiliensis (MARTIUS et al., 1847). Descrita como *Lagochilium obtusum* Nees, o material *typo* utilizado para descrever a espécie foi coletado pelo naturalista Johann Baptist Emanuel Pohl, em data não descrita. A localização da coleta é inferida, sendo descrita apenas a localidade “Porto d'Acunha”. Posterior a descrição da espécie, não foram localizados registros de novas coletas da espécie.

Morfologicamente caracteriza-se pelo caule em terete, folha com pecíolo presente, lâmina com comprimento de 9.5 a 11.5 cm; formato oval/oblonga; ápice obtuso; base estreitada; margem inteira; indumento glabro. Possui inflorescência na posição terminal; ramificações ausentes simples; espigas sésseis, sendo o número de espigas: 1; brácteas de cor roxa ou arroxeada em forma elíptica com ápice acuminado, margens serreadas e ocelos ausentes. As flores possuem cálice com comprimento de 6 mm e corola na cor amarela com comprimento de 2.5 cm. Sua forma de vida é como erva e seu substrato é terrícola e a fitofisionomia de ocorrência é desconhecida. A espécie não está avaliada quanto à ameaça (WASSHAUSEN, 1975).

*Aphelandra obtusa* é conhecida apenas por seu material-tipo (figura 2). O material encontra-se depositado no Naturhistorisches Museum Wien na Áustria, a repatriação digital do material ocorreu em abril de 2022.

**Figura 2.** Holótipo de *Apheandra obtusa*



Fonte: Gbif.org (2023)

A carência de dados acerca da espécie em razão de não ter sido encontrada novamente na natureza, posteriormente a sua descrição, expõe a necessidade de estudos amplos, em coleções científicas e em campo, afim de diagnosticar precisamente o status atual da espécie.

Nesse sentido, o desenvolvimento de modelos de nicho ecológico para a espécie, pode ser uma importante ferramenta para investigar padrões e processos biogeográficos, possibilitando inferir sua distribuição geográfica, no entanto a ausência de informações de ocorrência da espécie impossibilita tal análise.

### *Hygrophila humistrata*

Espécie nativa e endêmica do Brasil. Caracteriza-se morfológicamente por apresentar caule com ramos cilíndricos/prostrados, folhas oblongas, inflorescência do tipo corimbo, espigas e tirso solitários axilares. As flores possuem cálice piloso e corola branca; O fruto é uma cápsula polispérmica fusiforme e glabrescente; as sementes são discoides pubescentes. Sua forma de vida é herbácea habitando substrato terrícola em fitofisionomias de florestas ciliares ou galerias. A espécie não se encontra avaliada quanto à ameaça (MONTEIRO, 2020).

Para essa espécie, há somente três registros de ocorrência disponíveis nos herbários virtuais, sendo os mesmos, registros antigos datados do ano de 1952, não

havendo mais informações disponíveis sobre a espécie desde então, sendo a mesma conhecida apenas por seu material-tipo preservado em herbário em exsiccatas (figura 3). A carência de dados de ocorrência da espécie, inviabilizam a modelagem de nicho ecológico.

A carência de dados acerca da espécie em razão de não ter sido encontrada novamente na natureza, posteriormente a sua descrição, expõe a necessidade de estudos amplos, em coleções científicas e em campo, afim de diagnosticar precisamente o status atual da espécie.

Nesse sentido, observa-se a necessidade de realização de expedições de coleta nas possíveis áreas de ocorrência de modo a identificar áreas potencialmente importantes para sua identificação e assim, obter dados que permitam a predição de áreas com alta probabilidade de ocorrência da espécie através da modelagem do nicho ecológico.

**Figura 3.** Material tipo de *Hygrophila humistrata*



Fonte: Gbif.org (2023)

### *Justicia goianiensis*

Espécie nativa e endêmica do Brasil (figura 4). Caracteriza-se morfológicamente por apresentar caule ereto; tricoma ausente e indumentos glabros/simples e pilosos; características caulinares diferenciadas com estrias

longitudinais e região nodal superior dilatada e constricta. As folhas apresentam filotaxia oposta-decussada; pecíolo maior ou igual a 4 mm de comprimento; forma da lâmina lanceolada/ovada. As inflorescências possuem tipo de agrupamento tirso espiciforme composto, paniculado, terminal; a disposição das flores é címula uniflora dicasial/bípara com 2 flores por nó e oposta na raque; brácteas férteis em forma linear/triangular; brácteas férteis na cor verde. As flores possuem cálices 5 - lobados com lobos desiguais; o tipo de tricoma no cálice é glanduloso/simples curto; a corola apresenta lábios inferiores côncavos falsos onde o comprimento do tubo da corola na porção não expandida é menor ou igual ao tamanho total do cálice (geralmente 1/4 do comprimento da corola ); os lábios superiores da corola são cuculados; a cor dos lobos laterais dos lábios inferiores da corola (internamente) pode ser branco/rosa ou magenta/lilás; a cor do palato (internamente) é branco/lilás; apresenta duas tecas 2 férteis com as superiores múticas e as inferiores apêndiculadas. Os frutos possuem cápsulas em forma panduriforme. *J. goianiensis* pode ser observada em fitofisionomias do tipo Cerrado *stricto sensu* e principalmente em matas de galerias, muitas vezes em formação estacional semidecidual. Sua forma de vida é como arbustos ou subarbustos e possui substrato terrícola. A espécie não se encontra avaliada quanto à ameaça (CHAGAS; COSTA-LIMA, 2020; SARTIN, 2015).

**Figura 4.** Hábito de *J. goianiensis*



Fonte: SARTIN (2015)

### *Justicia ixodes*

A espécie é nativa e endêmica do Brasil. Caracteriza-se morfologicamente por apresentar caule: com crescimento ereto; tricoma e indumento do tipo glandular e

glanduloso/simples e piloso/simples e tomentoso; características caulinares diferenciadas com estrias longitudinais na região nodal superior dilatada e constricta. As folhas possuem filotaxia oposta - decussada; pecíolo maior ou igual a 4 mm de comprimento; forma da lâmina elíptica/lanceolada/ovada/oblanceolada. As inflorescências possuem tipo de agrupamento tirso espiciforme composto de 1ª ordem paniculado terminal/tirso espiciforme composto de 2ª ordem paniculado terminal; a disposição das flores címulas uniflora monocásios, brácteas férteis em forma linear/triangular; brácteas férteis na cor verde. A flor possui cálices 4 - lobados com lobos subiguais; tipo de tricoma no cálice glanduloso/simples curto; corola com lábios inferiores côncavos falsos; o comprimento do tubo da corola na porção não expandida é menor ou igual ao tamanho total do cálice (geralmente 1/4 do comprimento da corola); a forma dos lábios superiores da corola é lanceolado - deltoide; a cor dos lobos laterais do lábios inferiores da corola (internamente) é branco/lilás; a cor do palato (internamente) é branco/roxo/purpúreo; a posição das tecas quanto ao conectivo subigual é de tecas férteis com as superiores múticas e as inferiores apendiculadas. O fruto possui cápsula em forma panduriforme. *J ixodes* (figura 5) apresenta substrato terrícola e sua forma de vida é como subarbusto.

A espécie foi registrada em áreas de transição entre matas de galeria e Cerrado *stricto sensu*, além disso, não há avaliação para a espécie quanto à ameaça (CHAGAS; COSTA-LIMA, 2020; SARTIN, 2015).

**Figura 5.** Inflorescência de *J. ixodes*



Fonte: SARTIN (2015)

*Ruellia rufipila*

Espécie nativa e endêmica do Brasil. Caracteriza-se morfológicamente por apresentar raiz em forma desconhecida, caule em conformação ereta, folhas possuem comprimento do pecíolo entre 10 mm e 50 mm; a forma da lâmina é ovada/elíptica, o ápice é agudo, a base cuneada/atenuada/decorrente, o indumento é piloso/pubescente com tricomas glandulares sésseis na face abaxial. Possui inflorescência do tipo flores solitárias axilares, brácteas e bractéolas ausentes. A flor apresenta segmento do cálice em forma linear triangular, a cor da corola é branca, a porção mais expandida da corola pode ser igual ou mais longa à porção mais estreita; os lobos da corola são patentes/não revolutos e a posição dos estames é incluso. O fruto possui a forma da cápsula desconhecida, e placenta unida. As sementes apresentam número desconhecido de sementes por frutos e o tricoma é higroscópico. A espécie apresenta substrato terrícola e sua forma de vida é como subarbusto. *R. rufipila* (figura 6) é observada em região de Cerrado *stricto sensu* e não está avaliada quanto à ameaça (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2020).

**Figura 6.** Inflorescência de *R. rufipilla*



Fonte: Fototeca Mauricio Mercadante, FMM (2014)

### *Ruellia trachyphylla*

Espécie nativa e endêmica do Brasil. Caracteriza-se morfológicamente por apresentar raiz fibrosa, caule em conformação ereta/decumbente/xilopódio; a folha tem o comprimento do pecíolo menor que 10 mm, a forma da lâmina é ovada/elíptica/lanceolada, o ápice é agudo, a base cuneada, indumento pubescente com tricomas glandulare) sésseis. As inflorescências têm flores solitárias axilares, brácteas e

bractéolas presentes. A flor possui a forma dos segmentos do cálice lineares/triangulares, cor da corola lilás claro/lilás; a porção mais expandida da corola mais longa que a porção mais estreita; a porção expandida da corola tem forma obcônicas; o lobo da corola é patente/não revoluto e a posição do estame é incluso. O fruto possui cápsula ovada não rompente e placenta unida. O número de sementes por fruto é de 6 a 8 e o tricoma é higroscópico em toda a superfície. *R. trachyphylla* (figura 7), apresenta substrato terrícola e sua forma de vida é como subarbusto. A fitofisionomia de ocorrência é o Cerrado *stricto sensu* e o campo limpo. A espécie não está avaliada quanto à ameaça (FLORA E FUNGA DO GRASIL, 2020).

**Figura 7.** Hábito de *R. trachyphylla*



Fonte: Specieslink.net (2023)

### *Stenandrium irwinii*

Espécie nativa e endêmica do Brasil. Caracteriza-se morfologicamente por apresentar raiz em disposição vertical; caule ereto sem ramificações; folhas concolores, em forma lanceolada/oblanceolada/ovada, margens planas e textura herbácea. As inflorescências possuem flores laxas com pedúnculos presentes e as flores possuem brácteas em forma lanceolada/subulada com margens inteiras/ciliadas; a corola tem cor rosa claro e simetria sub actinomorfa/zigomorfa (figura 8). O substrato da espécie é terrícola, sua forma de vida é como erva e a fitofisionomia de ocorrência é campo limpo, campo rupestre e Cerrado *stricto sensu* (ZANATTA, 2019).

**Figura 8.** Inflorescência de *S. irwinii*



Fonte: SARTIN (2015)

*S. irwinii* está avaliada quanto à ameaça conforme o Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora), enquadrando-se dentre as espécies categorizadas como “em perigo” (EN) quanto ao risco de extinção. As espécies classificadas na categoria EN fazem parte da Lista Vermelha de Espécies da Flora Brasileira e a categoria significa que as evidências disponíveis indicam que são espécies que enfrentam um risco muito elevado de extinção na natureza (CNC FLORA, 2021).

Essa espécie possui registros de distribuição restrita à mesorregião do norte goiano, na região de Alto Paraíso de Goiás. Nessa localidade estão presentes a Área de Proteção Ambiental (APA) de Pouso Alto e o Parque Nacional (PARNA) da Chapada dos Veadeiros. Os únicos registros de ocorrência conhecidos para a espécie são para essas localidades, desta forma, observa-se que a mesma está inserida em região considerada como *hotspot*, extremamente ameaçada devido à grande pressão antrópica que sofre em função do extrativismo e da expansão agropecuária no nordeste goiano, sendo assim, considerada área prioritária para conservação (SIGA-GO, 2021).

### *Justicia pusilla*

Essa espécie (figura 9) foi recentemente descrita, sendo considerada uma das menores plantas para o gênero *Justicia*.

Por se tratar de uma nova espécie, ainda há poucos dados disponíveis sobre sua ecologia. A espécie assemelha-se morfológicamente às espécies *Justicia indespecta* e

*Justicia laevilinguis*, mas difere de ambas por um conjunto de caracteres relacionados ao hábito, folhas, espigas, brácteas, bractéolas, cálice, corola e sementes. É considerada, pelo autor, ameaçada de extinção devido à sua distribuição geográfica restrita e baixa densidade populacional (SILVA, 2021).

**Figura 9.** Inflorescência de *J. pusilla*



Fonte: SILVA (2021)

### *Ruellia umbrosa*

Essa espécie (figura 10) também foi descrita e ilustrada por Silva (2022) como uma nova espécie da família Acanthaceae ocorrente em região de mata ciliar no Estado de Goiás. Assemelha-se às espécies *R. erythropus* e *R. epallocaulos* pelos caules decumbentes enraizados nos nós, flores solitárias nas axilas das folhas superiores e cápsulas com oito ou mais sementes, mas difere por ter corolas brancas ou levemente róseas, ausência de brácteas, cálice com 5 lóbulos iguais ou ligeiramente subiguais com tricomas densos, e maior número e tamanho das sementes por cápsulas. Cresce em um ambiente sob forte pressão antrópica em uma pequena área e, por isso, é classificada, pelo autor, quanto à ameaça, como Criticamente em Perigo (CR), entretanto, a espécie ainda não está em nenhuma lista oficial quanto à ameaça, devido aos poucos registros existentes até o momento (SILVA, 2022).

**Figura 10.** Inflorescência de *R. umbrosa*



Fonte: SILVA, 2022

### Distribuição das Espécies

Os registros de distribuição das espécies consultados nos dados dos herbários virtuais estão ilustrados na tabela 2.

**Tabela 2.** Registros de distribuição das espécies

<b>Espécie</b>	<b>Número de registros</b>	<b>Localidade das coletas registradas</b>	<b>Mesorregião estadual</b>	<b>Ano do registro</b>
<i>Aphelandra obtusa</i>	1	Ad Porto d'Ancunha, prov. Goyazanae.	Desconhecida	Desconhecido
<i>Hygrophila humistrata</i>	1	Pirenópolis	Leste goiano	1952
<i>Justicia goianiensis</i>	1	Caldas Novas	Sul goiano	1993
	1	Corumbáiba	Sul goiano	1993
	1	Pires do Rio	Sul goiano	1993
	1	Pirenópolis	Leste goiano	2002
	1	Cocalzinho de Goiás	Leste goiano	2016
	1	Matrinchã	Noroeste	2014

			goiano	
	2	Niquelândia	Norte goiano	1992 1996
	2	Uruaçu	Norte goiano	1992
<i>Justicia ixodes</i>	1	Monte Alegre de Goiás	Norte goiano	2000
	1	Formoso	Norte goiano	Desconhecido
	1	Divinópolis de Goiás	Norte goiano	Desconhecido
<i>Justicia pusilla</i>	1	Niquelândia	Norte goiano	2021
<i>Ruellia rufipila</i>	3	Alto Paraíso de Goiás	Norte goiano	1976 1997 2014
	1	São João da Aliança	Norte goiano	1997
	2	Cavalcante	Norte goiano	1969 2004
	1	Colinas do Sul	Norte goiano	2001
	3	Brasília	Leste goiano	1964 1968 2014
	1	Ouro Verde de Goiás	Centro goiano	2002
	<i>Ruellia trachyphyla</i>	4	Alto Paraíso de Goiás	Norte goiano
1		Jataí	Sul goiano	Desconhecido
<i>Ruellia umbrosa</i>	1	Cristalina	Leste goiano	2022
				1971

<i>Stenandrium irwinii</i>	5	Alto Paraíso de Goiás	Norte goiano	2004 2010 2014 2016
	2	Cavalcante	Norte goiano	1994 2017

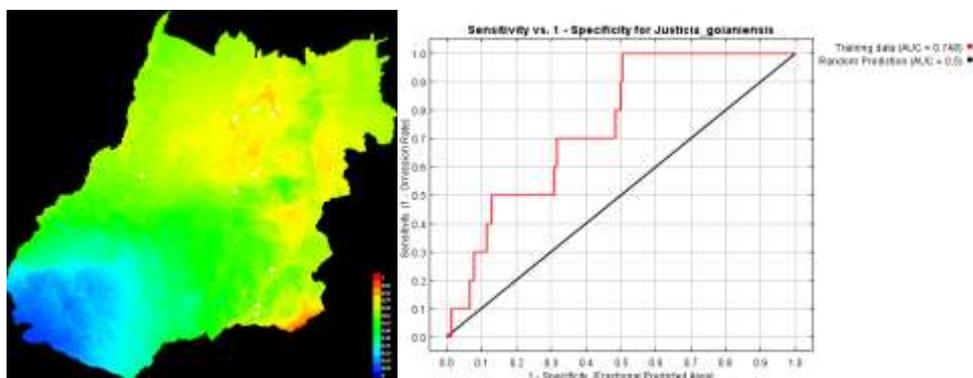
Fonte: Autoria Própria (2023)

Observa-se que a maioria das espécies, incluindo a espécie considerada ameaçada, *S. irwinii*, possuem registros de ocorrência na mesorregião norte do estado de Goiás, predominantemente nas localidades de Alto Paraíso de Goiás e Cavalcante. Essa região é caracterizada por atrair alto fluxo de turismo devido às atrações cênicas da Chapada dos Veadeiros, o que pode justificar o maior número de coletas nesses locais. Nesse sentido, o Cerrado dessa mesorregião deve ser considerado uma zona prioritária para conservação das espécies nela localizadas.

### Modelos de nicho ecológico para as espécies de Acanthaceae endêmicas e ameaçadas do Cerrado goiano e do Distrito Federal

Para *J. goianiensis* a área da curva (figura11) foi menor em relação as demais projeções (AUC = 0.74). Geograficamente as previsões de nicho de *J. goianienses* apresentou baixa especificidade, uma vez que as ocorrências se encontram bem especializadas no estado.

**Figura 11.** Modelo de Nicho potencial e área sob a curva (AUC) de *J. goianienses*



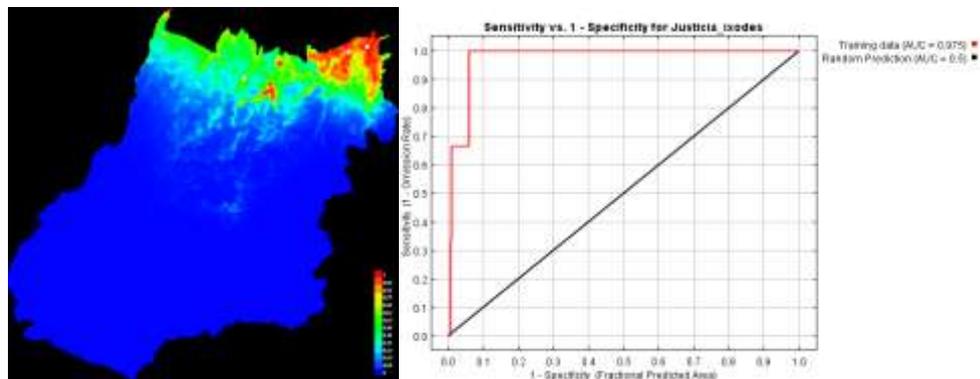
Fonte: Autoria própria, elaborado com auxílio do Maxent (2023)

Para *J. ixodes* (figura 12) (AUC = 0.97), *R. rufipila* (figura 13) (AUC = 0.93), *R. trachyphylla* (figura 14) (AUC = 0.95) e *S. irwinii* (figura 15) (AUC = 0.97) o modelo apresentou melhores resultados.

*J. ixodes* apresentou previsões de nicho potencial restritas ao norte do estado, assim como *R. trachyphylla* e *S. irwinii*.

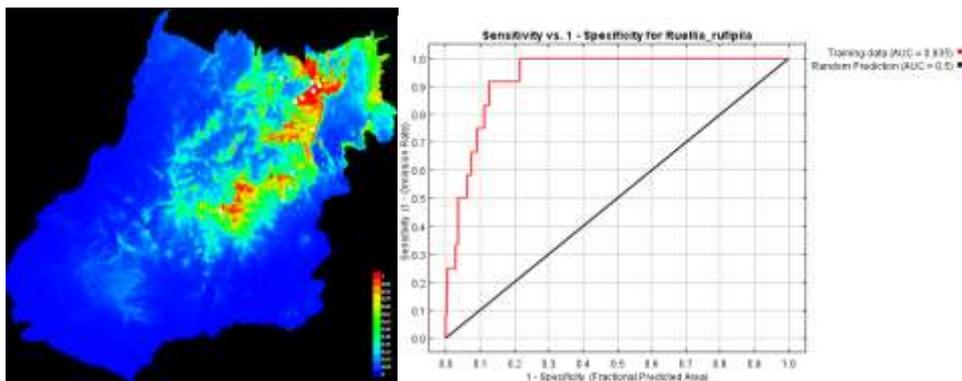
*R. rufipila* expressou alta adequabilidade de nicho partindo da região central do estado em direção a mesorregião norte, com variações de adequabilidade ao longo da projeção potencial.

**Figura 12.** Modelo de Nicho potencial e área sob a curva (AUC) de *J. ixodes*



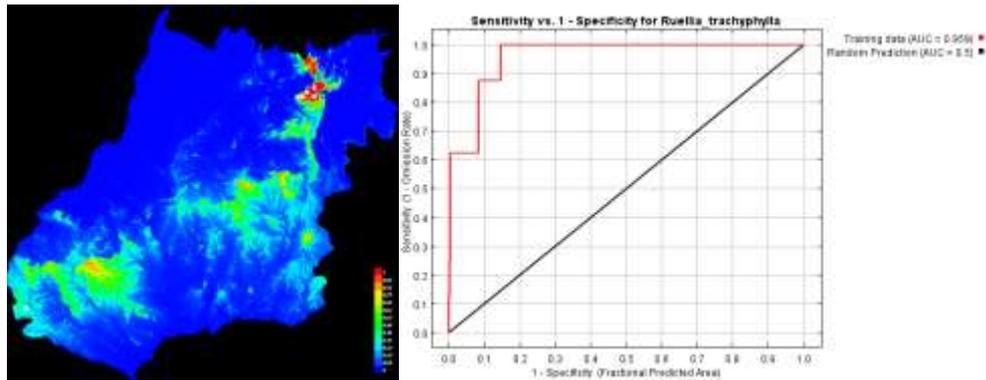
Fonte: Autoria própria, elaborado com auxílio do Maxent (2023)

**Figura 13.** Modelo de Nicho potencial e área sob a curva (AUC) de *R. rufipila*



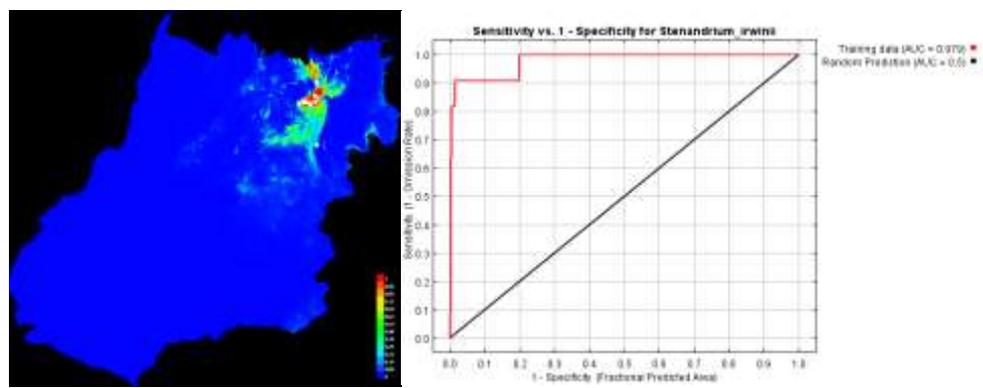
Fonte: Autoria própria, elaborado com auxílio do Maxent (2023)

**Figura 14.** Modelo de Nicho potencial e área sob a curva (AUC) de *R. trachyphylla*



Fonte: Autoria própria, elaborado com auxílio do Maxent (2023)

**Figura 15.** Modelo de Nicho potencial e área sob a curva (AUC) de *S. irwinii*



Fonte: Autoria própria, elaborado com auxílio do Maxent (2023)

Devido à ausência de informações sobre a ecologia, comportamento e distribuição das espécies *A. obtusa* e *H. humistrata* não foi possível gerar mapas de modelagem de nicho ecológico para as mesmas, desta forma, observa-se a necessidade de realização de expedições de coleta em possíveis áreas de ocorrência de modo a identificar áreas potencialmente importantes para sua identificação e consequentemente sua conservação.

Para as espécies *J. pusilla* e *R. umbrosa*, não foi possível gerar mapas de modelagem de nicho ecológico por se tratar de espécies novas com dados amostrais insuficientes.

As demais espécies, para as quais foi realizada a modelagem do nicho ecológico, são pouco conhecidas e com escassos estudos, além dos poucos dados amostrais nas coleções, o que sugere tratar-se de espécies raras e restritas. Embora os modelos tenham gerado mapas distintos, observa-se uma restrição dos nichos potenciais para todas elas, o que sugere a importância de se estabelecer ações para conservação das mesmas.

Nos mapas, os pontos em vermelho (pontos quentes) indicam as regiões onde o modelo prevê maior adequabilidade de habitat para as espécies, conforme os indicadores ambientais, climáticos e geográficos utilizados pelo algoritmo para realizar a modelagem. Os resultados sugerem áreas de ocorrência potencial que apresentam condições ambientais similares aos pontos de ocorrência conhecidas das espécies. Por ser baseado no conceito de similaridade ambiental, o mapa preditivo pode direcionar novas amostragens para áreas com alta probabilidade de ocorrência da espécie de interesse.

A modelagem do nicho potencial das espécies corresponde às áreas indicadas nos mapas como habitats favoráveis, entretanto, frequentemente os modelos ou as variáveis podem falhar nas previsões, devido às limitações e a complexidade do nicho, ou a questões como mudanças climáticas, e a dinâmica de distribuição das espécies, desta forma, as variáveis ambientais e as interações ecológicas agem direta e indiretamente afetando a distribuição de espécies (GIANNINI et al., 2012).

Assim, uma espécie ocupa seu nicho, que reflete os dados ambientais que podem ser modelados, entretanto estes fatores são dinâmicos, o que também os torna limitantes para a modelagem do nicho ecológico. Dessa forma, a modelagem simplifica a compreensão a respeito do conhecimento da distribuição das espécies tornando-se uma ferramenta necessária para a conservação. Ou seja, um método rápido, preciso, e efetivo é muito importante diante dos atuais alterações climáticas e perda de biodiversidade (PEREIRA, 2014).

Observa-se para o Cerrado, uma heterogeneidade fitofisionômica, onde as vegetações ocorrem como um mosaico em locais disjuntos no bioma, o que pode ser devido a variações ambientais locais como solo, disponibilidade de água e topografia (RIBEIRO; WALTER, 1998).

De acordo com Felfili (1993), para regiões com maiores altitudes do Cerrado existem poucos arbustos, com predominância de espécies herbáceas e lianas, enquanto que as altitudes abaixo de 1000m são favoráveis a espécies arbustivas e arbóreas. Isso pode sugerir, conforme os modelos gerados, uma correlação entre as regiões onde foram observadas as maiores potencialidades de nichos ecológicos para as espécies estudadas, as quais apresentam-se como ervas em sua forma de vida. Observou-se nos mapas gerados, maior adequabilidade dos nichos, nas regiões norte e central do Estado, sendo estas regiões de maior altitude, onde encontram-se por

exemplo, a Chapada dos Veadeiros e a Serra dos Pirineus, locais com grande número de registros de ocorrência para as espécies.

A fitofisionomia predominantemente descrita para as espécies deste estudo é o Cerrado *stricto sensu*, exceto para *Aphelandra obtusa* cuja fitofisionomia é desconhecida, e *Hygrophila humistrata*, cuja fitofisionomia é mata ciliar ou de galeria (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2020; SARTIN, 2015). A maior diversidade de espécies para o Cerrado *stricto sensu* pode ser devido a sua maior área geográfica, contudo, as matas de galeria e ciliares, apesar de ocuparem apenas 5% do Cerrado, contém aproximadamente 30% do total de espécies do bioma, ressaltando seu valor para a conservação, além disso, vale destacar a importância desta fitofisionomia na preservação de recursos hídricos e seu funcionamento como corredor ecológico (PEREIRA, 2014; BARBOSA, 2008; RIBEIRO; WALTER, 1998).

Atualmente, o Cerrado encontra-se altamente fragmentado devido a circunstâncias como inadequadas áreas protegidas, combinado com a contínua expansão da agropecuária, incluindo as pastagens, as culturas extensivas como soja e cana-de-açúcar, e recentemente a introdução de florestas de espécies de *Eucalyptus* (PEREIRA, 2014) O grande avanço do agronegócio na região central do país nos últimos anos, trouxe inúmeros prejuízos ao ecossistema e hábitat do Cerrado, levando ao desaparecimento de algumas espécies animais e vegetais, incluindo espécies endêmicas (MARTINELLI; MESSINA; SANTOS, 2014).

Esse cenário não é recente, visto que o Cerrado vem sofrendo contínua devastação nas últimas décadas, o que tem gerado consequências para sua manutenção. Além do crescimento da agricultura, que tem acelerado o desmatamento, o intenso fluxo migratório e a expansão urbana, tem contribuído na forte pressão sobre o bioma, substituindo sua paisagem natural. Estima-se que devido a estes fatores, o Cerrado já foi reduzido a menos da metade de seu tamanho original de aproximadamente 2 milhões de Km<sup>2</sup> e que, caso o ritmo de conversão se mantenha nos ritmos atuais, em 20 anos estará confinado somente às áreas protegidas (FRANÇOSO, 2015).

Em 2017, o pesquisador Bernardo Baeta Neves Strassburg e seus colaboradores publicaram o artigo “Momento da verdade para o *Hotspot* Cerrado” na *Nature Ecology and Evolution* e afirmaram que atualmente cerca de 88,4% do território do Cerrado é destinado ao cultivo da soja e 68,7% da cana-de-açúcar, culturas que terão sua demanda aumentada nas próximas décadas e que entre 2002 e 2011 as taxas de desmatamento no Cerrado foram 2,5 vezes maiores do que na Amazônia.

O cenário exposto expõe a primordialidade da discussão acerca da importância das unidades de conservação (UCs) como estratégia para a conservação destas espécies.

### **Ocorrência e Nicho Potencial das Espécies Endêmicas e Ameaçadas em Unidades de Conservação de Goiás e Distrito Federal**

As figuras 16 a 26 representam os locais de ocorrência das coletas registradas nas coleções científicas consultadas, e os nichos potenciais das espécies, em sobreposição aos diferentes grupos de unidades de conservação de Goiás e Distrito Federal, a fim de esclarecer a ocorrência e a potencialidade dos nichos ecológicos de populações destas espécies dentro das áreas de proteção existentes.

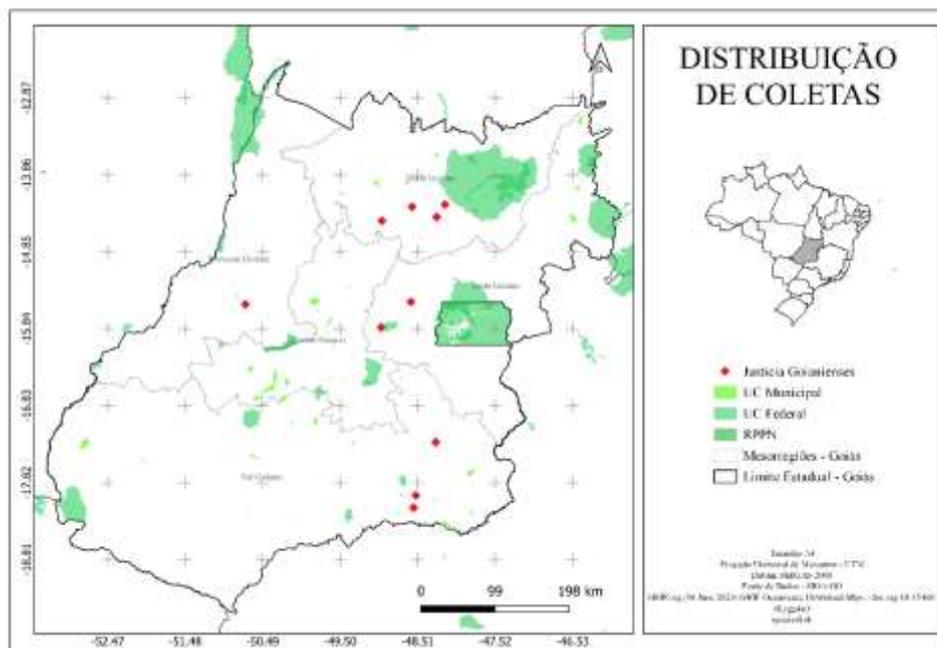
As coletas conhecidas de *H. humistrata*, referem-se especificamente ao material utilizado para descrever a espécie, não tendo sido encontrados novas coletas da espécie nas coleções científicas consultadas. As coordenadas geográficas, disponíveis nos bancos de dados, apresentam uma margem de aproximação, não representando o local exato, da coleta original (Figura 16). Diante disso a UC que mais se aproxima da coordenada disponível é Área de Proteção Ambiental (APA) dos Pirineus, a Unidade de Uso Sustentável é administrada pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD. A área de Cerrado nessa UC totaliza 22.800,00 hectares de extensão, abrangendo os municípios de Pirenópolis, Cocalzinho de Goiás e Corumbá de Goiás (GOIÁS, 2000).



coletas registradas na mesorregião sul, estão compreendidas nas proximidades da UC Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, uma UC de Proteção Integral que compreende os municípios de Caldas Novas, Morrinhos e Itumbiara (GOIÁS,1970), além desta UC Estadual, essa mesorregião compreende também as UC Municipais de Uso Sustentável APA do Limoeiro e APA Recanto dos Buritis (SIGA-GO, 2023).

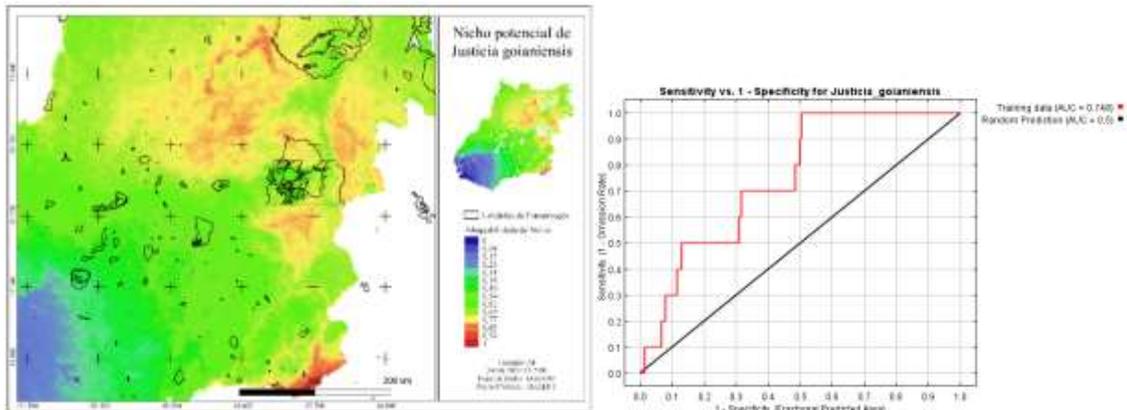
Geograficamente as previsões de nicho de *J. goianienses* apresentou baixa especificidade, uma vez que as ocorrências se encontram bem especializadas no Estado, contudo, observa-se maior adequabilidade de nicho na mesorregião sul, microrregião de Catalão, onde localizam-se as Unidades de Conservação de Proteção Integral da Serra de Caldas Novas e as Unidades de Conservação Municipais APA do Limoeiro e APA Recanto dos Buritis (Figura 18).

**Figura 17.** Pontos de coleta de *Justicia goianienses* em Goiás e do Distrito Federal.



Fonte: Autoria Própria, elaborado com auxílio do Qgis® (2023)

**Figura 18.** Modelo de nicho ecológico potencial e área sob a curva (AUC) de *J. goianiensis* em sobreposição às UCs de Goiás e DF



Fonte: Autoria própria, elaborado com auxílio do Maxent (2023)

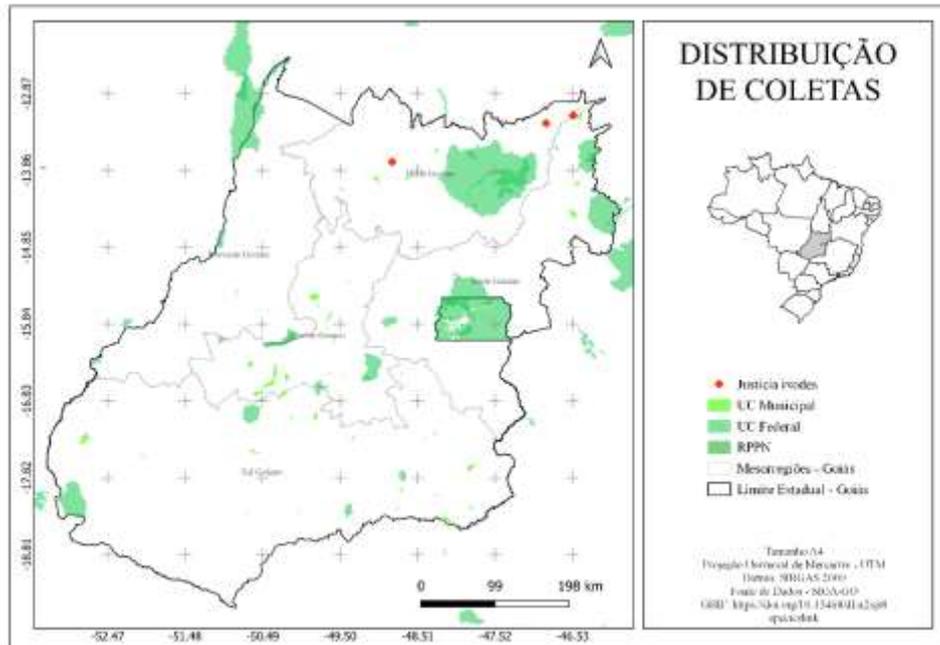
As ocorrências documentadas para a espécie *J. ixodes*, ocorrem estritamente na mesorregião Norte do estado de Goiás. As ocorrências localizam-se relativamente distantes da APA Pouso Alto, sendo esta a UC de maior extensão territorial próxima das ocorrências conhecidas (Figura 19).

Além da APA Pouso Alto há uma coleta, bem próxima a Área de Proteção Ambiental do Vale do Rio Manso. A área de Cerrado nessa APA ocupa um total de 5.382,55 hectares, sendo totalmente em área particular. A APA localiza-se no município de Divinópolis de Goiás (SIGA-GO, 2023).

O nicho potencial de *J. ixodes* está restrito à mesorregião norte do estado, porém, abrange uma área maior de UCs federais, estaduais e municipais, compreendendo as UC Federais do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros e da Reserva Extrativista de Recanto das Araras de Terra Ronca, sendo essas UC de Proteção Integral e de Uso Sustentável, respectivamente (SIGA-GO, 2023).

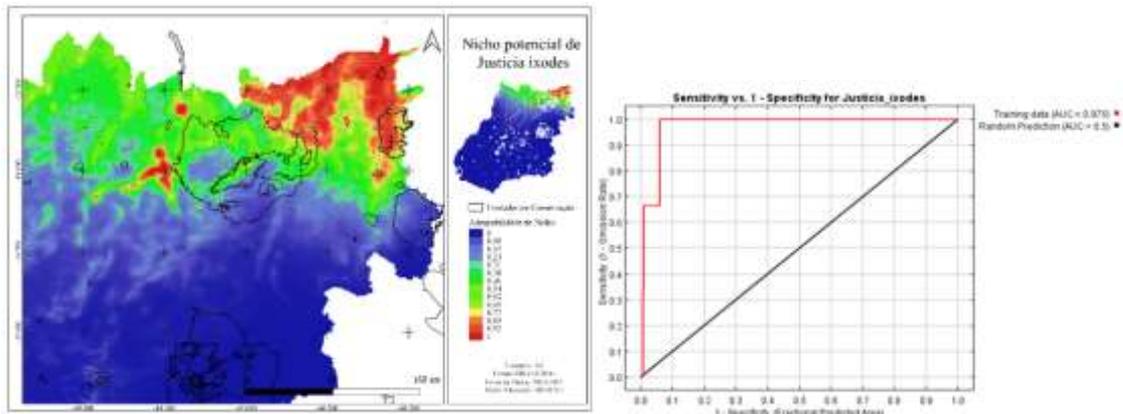
Observa-se também abrangência do nicho potencial da espécie nas APAs Estaduais Pouso Alto e Serra Geral de Goiás, sendo essa última, uma Unidade de Conservação de Proteção Integral presente dentro do Parque Estadual de Terra Ronca (GOIÁS, 1989). A espécie também apresenta potencialidade de nicho ecológico abrangendo as UCs municipais APA Vale do Rio Manso e APA Recanto das Aroeiras, ambas Unidades de Conservação de Uso Sustentável localizadas na região geográfica imediata de Posse e Campos Belos de Goiás (SIGA-GO, 2023) (Figura 20).

**Figura 19.** Pontos de coleta de *Justicia ixodes* em Goiás e do Distrito Federal.



Fonte: Autoria Própria, elaborado com auxílio do Qgis® (2023)

**Figura 20.** Modelo de nicho ecológico potencial e área sob a curva (AUC) de *J. ixodes* em sobreposição às UCs de Goiás e DF.



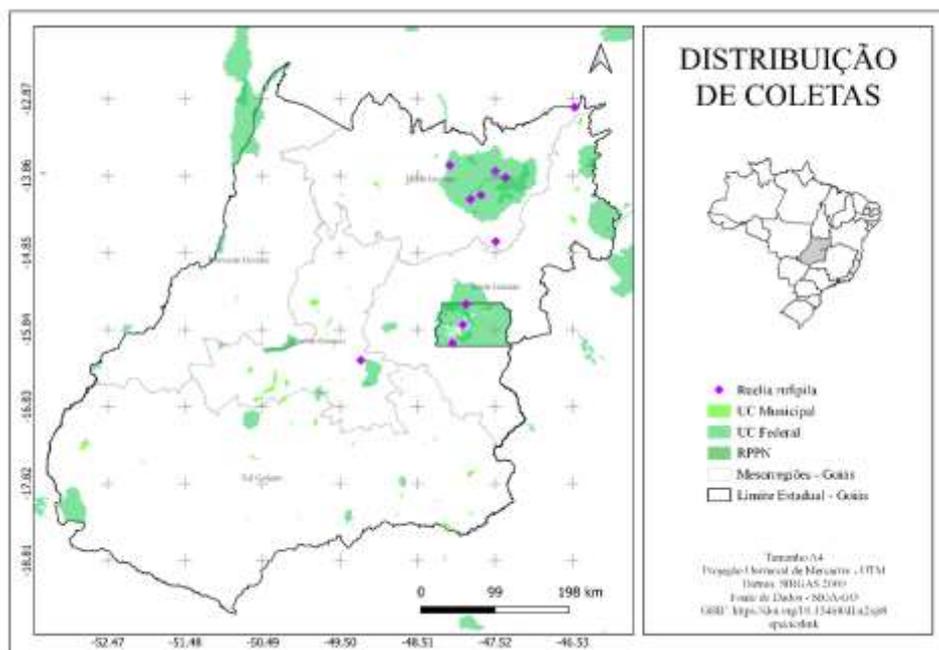
Fonte: Autoria própria, elaborado com auxílio do Maxent (2023)

As ocorrências documentadas de *R. rufipilla*, abrangem as mesorregiões Norte, Centro e Leste do estado de Goiás (Figura 21). As ocorrências na mesorregião Norte são significativas na APA Pouso Alto, abrangendo também o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. A área de proteção integral, corresponde ao bioma Cerrado, ocupando uma área de 499.693,55 hectares, que se estende pelos municípios de Alto Paraíso de Goiás, Cavalcante, Nova Roma, São João D’aliança e Terezina de Goiás (BRASIL, 1961).

As ocorrências registradas na mesorregião Leste estão localizadas no Distrito Federal, e estas abrangem a Unidade de Conservação Federal de Uso Sustentável, APA do Planalto Central. Já a ocorrência registrada na mesorregião Central, possui proximidade com a APA do Ribeirão João Leite (SIGA-GO, 2023).

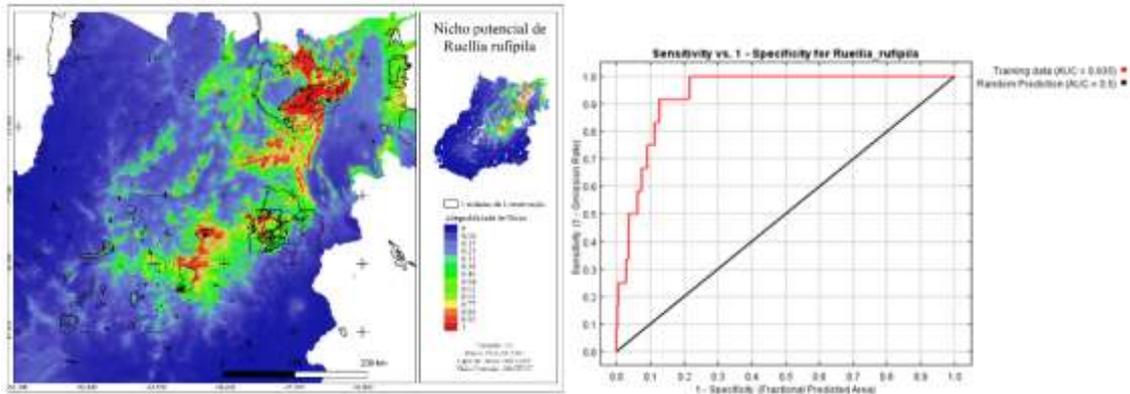
A espécie *R. rufipilla* expressou alta adequabilidade de nicho partindo da região central do estado em direção a mesorregião norte, com variações de adequabilidade ao longo da projeção potencial. Observa-se abrangência do nicho potencial na APA de Pouso Alto e no Parque Nacional da Chapada nos Veadeiros, na mesorregião Norte do estado, e na APA do Planato Central na mesorregião Leste. Na mesorregião Central do estado pode-se observar abrangência do nicho potencial para a espécie na APA dos Pireneus e próximo à APA do Ribeirão João Leite (SIGA-GO, 2023) (Figura 22).

**Figura 21.** Pontos de coleta de *Ruellia rufipilla* em Goiás e do Distrito Federal



Fonte: Autoria Própria, elaborado com auxílio do Qgis® (2023)

**Figura 22.** Modelo de nicho ecológico potencial e área sob a curva (AUC) de *R. rufipilla* em sobreposição às UCs de Goiás e DF.

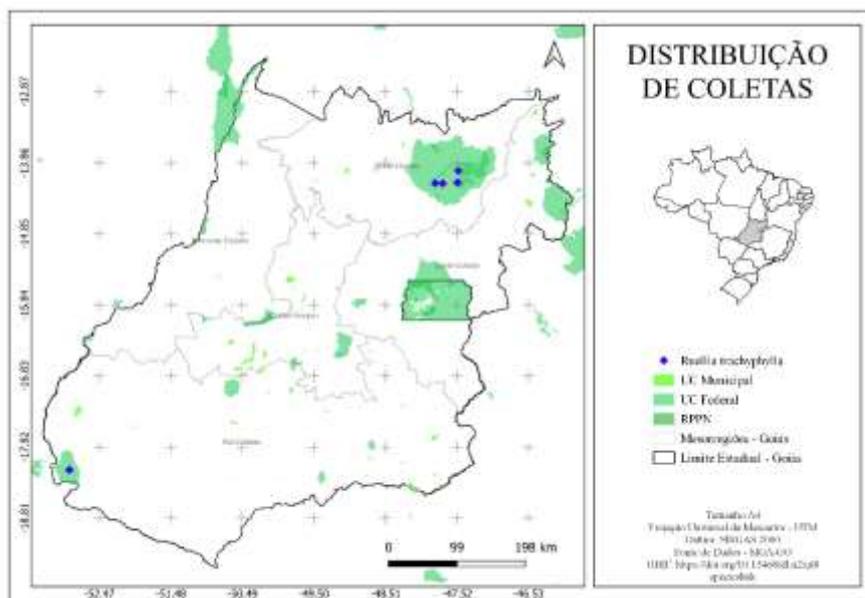


Fonte: Autoria própria, elaborado com auxílio do Maxent (2023)

As ocorrências e o nicho potencial de *R. trachyphylla*, ocorrem quase que estritamente na mesorregião do Norte goiano, diretamente nas áreas de cobertura da APA Pouso Alto e no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. A ocorrência registrada para a espécie na mesorregião Sul do estado, abrange diretamente o Parque Nacional das Emas, uma UC Federal de Proteção Integral (SIGA-GO, 2023).

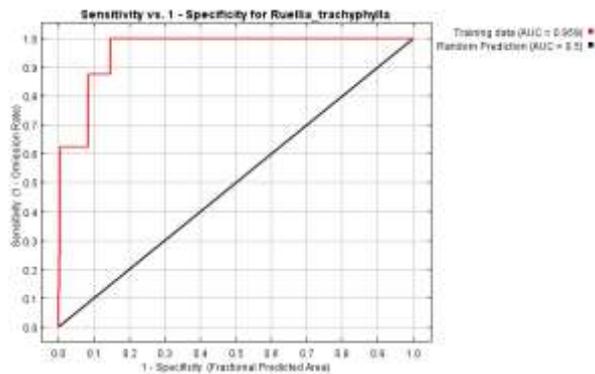
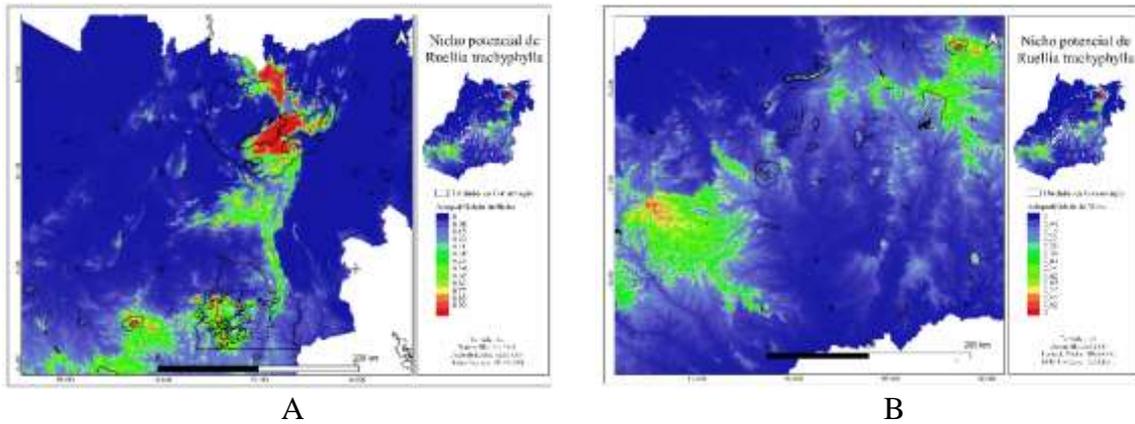
Conforme o modelo gerado, observa-se também potencialidade de nicho ecológico para a espécie na mesorregião Sul, entretanto, sem abrangência de unidades de conservação (Figuras 23, 24A e 24B).

**Figura 23.** Pontos de coleta de *Ruellia trachyphylla* em Goiás e do Distrito Federal



Fonte: Autoria Própria, elaborado com auxílio do Qgis® (2023)

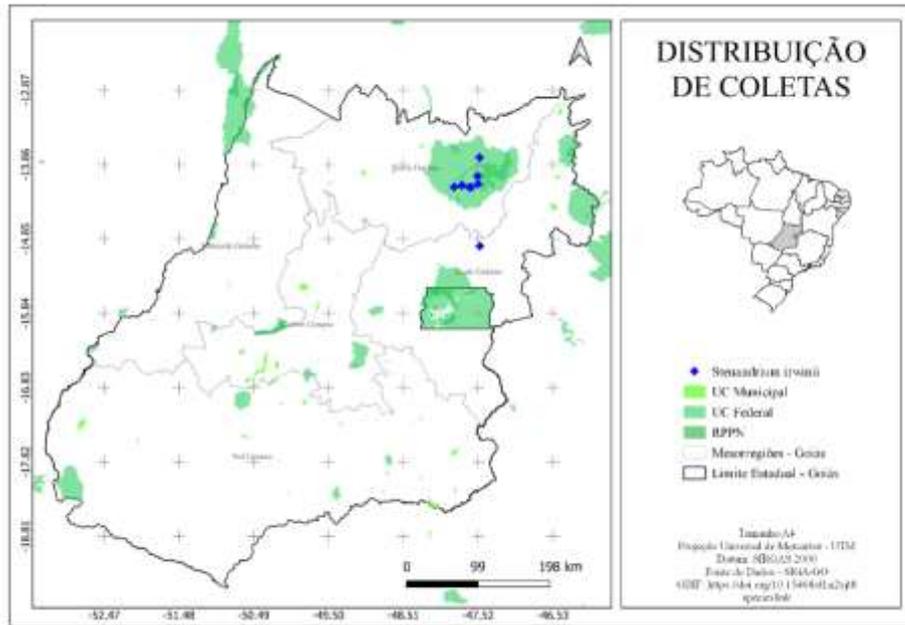
**Figura 24. A e B.** Modelo de nicho ecológico potencial e área sob a curva (AUC) de *R. trachyphylla* em sobreposição às UCs de Goiás e DF



Fonte: Autoria própria, elaborado com auxílio do Maxent (2023)

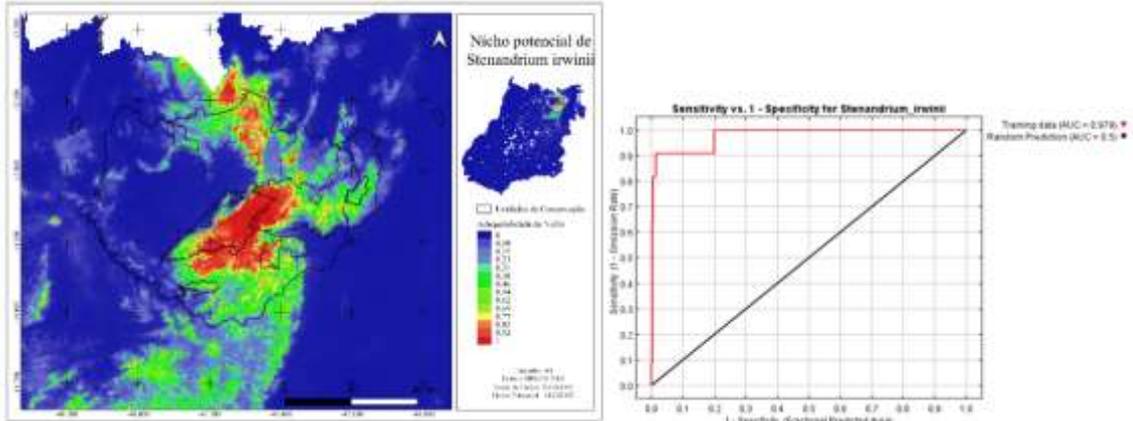
As ocorrências conhecidas de *S. irwinii*, assim como seu nicho potencial, se restringem à mesorregião Norte do estado de Goiás (Figura 25). As ocorrências e a potencialidade do nicho ecológico ao norte do estado, se estendem na APA Pouso Alto e ao Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (SIGA-GO, 2023) (Figura 26).

**Figura 25.** Pontos de coleta de *Stenandrium irwinii* em Goiás e do Distrito Federal.



Fonte: Autoria Própria, elaborado com auxílio do Qgis® (2023)

**Figura 26.** Modelo de nicho ecológico potencial em sobreposição às UCs de Goiás e DF e área sob a curva de *S. irwinii*.



Fonte: Autoria própria, elaborado com auxílio do Maxent (2023)

Os apontamentos populacionais, de acordo com as coletas documentadas nas coleções científicas consultadas, corroboram a necessidade de estudos específicos para as espécies endêmicas do estado de Goiás e Distrito Federal, dada a carência de informações que atestem a ocorrência atual das populações, aliado ao fato de as ocorrências conhecidas para algumas espécies não estarem abrangidas por Unidades de Conservação de nenhuma natureza.

Considerando que o Cerrado é o mais ameaçado dos biomas brasileiros no momento, com uma taxa de desmatamento anual de mais de 0,7%, a intensa e acelerada ocupação a que foi submetido a partir das décadas de 1960 e 1970, ocasionaram uma conversão de cerca de 47% de sua área nativa em áreas de uso antrópico, destinadas a cultura agrícola, pastagens nativas e cultivadas, reflorestamento, área urbana e mineração (SANO et al., 2007). Nesse sentido, a criação de Áreas Protegidas ou Unidades de Conservação (UCs), estão dentre as políticas públicas adotadas para a proteção da biodiversidade mais utilizadas, e visam assegurar a manutenção das condições ecológicas de determinadas áreas e garantir as condições de perpetuação das espécies animais e vegetais nela existentes.

O bioma Cerrado tem parte de seus domínios protegidos por UCs Federais, Estaduais e Municipais, que se distribuem entre as categorias de Proteção Integral ou uso indireto, onde o objetivo principal é a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica; e aquelas denominadas de Uso Sustentável ou uso direto, onde a exploração dos recursos naturais é permitida sob bases sustentáveis (GARCIA; FERREIRA; LEITE, 2011).

Segundo estudos de França et al. (2015), atualmente, existem cerca de 285 áreas protegidas no Cerrado brasileiro, compreendendo 155 estaduais, 81 municipais e 49 federais, cobrindo 9,6% da região. No entanto, após contabilizar as áreas sobrepostas, elas representam apenas 8,3% do Cerrado. Considerando apenas a fração coberta por vegetação nativa, esse número cai para 6,5%. As UCs estaduais são mais numerosas, considerando tanto áreas de proteção integral quanto áreas de uso sustentável, e correspondem a 54% do total de UCs do bioma. As UCs municipais, embora mais numerosas que as federais, correspondem a apenas 3,2% do total de UCs do Cerrado. Apesar de serem menos numerosas, as UCs federais protegem a maior parte do Cerrado em áreas de proteção integral.

A CDB estipulou o alcance de no mínimo 17% de áreas protegidas para este bioma, índice atrelado à sobrevivência de inúmeras espécies de animais e plantas e à manutenção de serviços ambientais como fornecimento de água e matérias-primas e regulação do clima. Contudo, esse índice ainda não foi alcançado e o Cerrado é o bioma brasileiro que possui a menor porcentagem de áreas sob Proteção Integral (GARCIA; FERREIRA; LEITE, 2011; FRANÇOSO et al., 2015).

Dentre as espécies ameaçadas da família Acanthaceae descritas no Livro da Flora Vermelha do Cerrado, tem-se: *Staurogyne minarum*, endêmica do Cerrado de

Minas Gerais e *Stenandrium irwinii*, endêmica do estado de Goiás (PROFICE et al., 2013). Justifica-se a preocupação com a conservação das espécies ameaçadas e principalmente endêmicas da família Acanthaceae, devido a sua importância ornamental, além de algumas espécies serem utilizadas para fins medicinais (OLIVEIRA et al., 2016).

Considerando o risco de extinção das espécies raras e ameaçadas da flora brasileira, foram selecionadas áreas prioritárias para conservação da flora ameaçada, cuja seleção se deu com base nos mapas de distribuição geográfica de cada uma das 2.107 espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, gerados pelo Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora. Essa seleção foi realizada considerando as regiões hidrográficas adotadas pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, onde foram utilizados como unidade de planejamento os limites das microbacias que compõem subdivisões dentro das bacias hidrográficas nacionais. Ao longo do Cerrado foram identificadas 76 microbacias com prioridade extremamente alta, 40 com prioridade muito alta, e 52 com prioridade alta para a conservação de espécies de plantas ameaçadas (LOYOLA et al., 2014).

Diante do cenário apresentado, chama-se a atenção para a relevância das unidades de conservação (UCs) na manutenção da biodiversidade das espécies endêmicas do Cerrado, visto que, a inclusão destas espécies nas listas das que ocorrem nessas UCs, contribuem para os planos de manejo destas unidades, nesse sentido, as áreas selecionadas como prioritárias para conservação devem servir para subsidiar os tomadores de decisão com informação científica qualificada e orientar as estratégias e ações para a conservação da biodiversidade florística do país.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo indicou que as espécies da família Acanthaceae endêmicas para o Estado de Goiás e para o Distrito Federal, apresentam-se como ervas em sua forma de vida, ocorrendo prioritariamente em fitofisionomias de Cerrado *lato sensu*. Apesar de haver poucos registros de ocorrências e ainda registros muito antigos para estas espécies nas coleções disponíveis, a modelagem realizada apontou uma maior adequabilidade do nicho potencial nas regiões norte e leste do Estado. Por representar a fitofisionomia de maior área geográfica dentro do bioma, o Cerrado *stricto sensu*, apresenta a maior diversidade de espécies para o Cerrado, mas sob crescente pressão antrópica, indicando enorme valor para a conservação.

O estudo indicou também uma espécie listada na relação da flora brasileira rara e ameaçada de extinção (*S. irwinii*), o que evidencia a necessidade urgente de se criar novas áreas prioritárias para conservação da biodiversidade dentro do bioma Cerrado. Além disso, conforme os registros de ocorrências das coletas para as espécies, a maioria não se encontra dentro de Unidades de Conservação, sugerindo que as regiões de ocorrência para estas sejam integradas em novas áreas protegidas.

Considerando-se que, conforme a modelagem realizada nesse estudo, as espécies demonstraram possuir um nicho potencial bastante restrito, e considerando também a capacidade de predição de áreas potenciais de ocorrência de espécies, a modelagem de nicho ecológico pode ser uma ferramenta fundamental para direcionar levantamentos futuros e estimar possíveis áreas de ocorrência para as espécies. Em acréscimo, os modelos podem ser úteis na elaboração de planos de conservação destas espécies ao identificar áreas prioritárias para conservação., além disso, espécies seguem, pouco amostradas, possivelmente com status real desconhecido, sendo necessário o emprego prioritário da modelagem de nicho para a amostragem e diagnóstico de ações mitigadoras e de proteção ao nicho dessas espécies. Diante do exposto, segundo os pontos de ocorrência e as modelagens de distribuição, observa-se que a representatividade das espécies no sistema atual de áreas protegidas é baixa, indicando que muitas destas podem estar em risco, o que reforça a importância destas áreas para a sua conservação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, A. G. **As estratégias de conservação da biodiversidade na Chapada dos Veadeiros: conflitos e oportunidades**. Dissertação. 128f. (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável). Universidade de Brasília. 2008.

BOLZANI, V. D. S.; VALLI, M.; PIVATTO, M.; VIEGAS JR, C.. Natural products from Brazilian biodiversity as a source of new models for medicinal chemistry. **Pure and Applied Chemistry**, v. 84, n. 9, p. 1837-1846, 2012.

BORSALI, E. F. **A Flora Vascular Endêmica Do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil: Levantamento Das Espécies E Padrões De Distribuição Geográfica**. Dissertação. 189 f. (Mestrado em Biologia Vegetal). Universidade Federal de Minas Gerais. 2012.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Bioma Cerrado: Programa Cerrado Sustentável**. Brasília, DF, 2006.

BRASIL. Cria o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. Decreto 49.875 de 11 de janeiro de 1961.

CALIXTO, J. S. **O Cerrado como fonte de plantas medicinais para uso dos moradores de comunidades tradicionais do alto Jequitinhonha, MG**. In: II ENCONTRO NACIONAL DE PÓS GRADUAÇÃO EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 2004. Indaiatuba. Anais... Indaiatuba, 2003.

CHAGAS, E.C.O.; COSTA-LIMA, J.L. *Justicia in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB109934>>. Acesso em: 12 ago. 2023

CNCFLORA. *Stenandrium irwinii* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em: <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Stenandrium irwinii](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Stenandrium_irwinii)>. Acesso em: 06/09/2023.

CORRÊA, B. S.; LOUZADA, J. N. C.; MOURA, A. S. Descrição de critérios utilizados atualmente para compor as listas de espécies ameaçadas e endêmicas. **Revista Agrogeoambiental**, v.3, n.1, p. 38-53, 2011.

CORRÊA, G. M. **Estudo fitoquímico de *Justicia acuminatissima* (ACANTHACEAE): caracterização química, avaliação biológica, contaminação fúngica e detecção de produtos radiolíticos**. 2013. 160 f. Tese (Doutorado em

Ciências-Química) Departamento de Química, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CUNHA, S.A.; BORTOLOTTI, I.M. Etnobotânica de Plantas Medicinais no Assentamento Monjolinho, município de Anastácio, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 3, p. 685-698, 2011.

FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. A comparative study of Cerrado (sensu stricto) vegetation in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 9, p. 277-289, 1993.

FICK, S.; HIJMANS, R. WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land áreas. **International Journal of Climatology**, v. 37, n. 2, 2017.

**FLORA E FUNGA DO BRASIL**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 12/07/2023.

FOTOTECA MAURICIO MERCADANTE, **FMM**. Acervo Pessoal. Brasília, 2014.

FRANÇOSO R. D. et al. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity Hotspot. **Natureza & Conservação**, v. 13, p. 35-40, 2015.

GANEM, R. S. Conservação da Biodiversidade: legislação e políticas públicas. **Edições Câmara**: Brasília, 2011.

GARCIA, F. N.; FERREIRA, L. G.; LEITE, J. F. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (XV), 2011, Curitiba, PR, Brasil. **Anais...** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: 2011. p. 4086-4093.

GIANNINI, T. C. et al. Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. **Rodriguésia**, v. 63, n. 3, p. 733-749, 2012.

GIOVANELLE, J. G. R.; ARAÚJO, C. O.; HADDAD, C. F. B.; ALEXANDRINO, J. Modelagem do nicho ecológico de *Phyllomedusa ayeaye* (Anura: Hylidae): previsão de novas áreas de ocorrência para uma espécie rara. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 3, n. 2, p. 59-65, 2008.

GOIÁS. Cria o Parque Estadual da Serra de Caldas Novas. Lei nº 7.282, de 25 de setembro de 1970.

GOIÁS. Cria o Parque Estadual de Terra Ronca. Lei nº 10.879/1989.

GOIÁS. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental - APA de Pouso Alto e dá outras providências. Decreto nº 5.419, de 07 de maio de 2001.

GOIÁS. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental dos Pireneus e dá outras providências. **Decreto Estadual nº 5.174, de 17 de fevereiro de 2000**.

HEYWOOD, V. H. **Flowering plants of the world**. New Jersey: Prentice Hall, 1985.

HOWES, M. J. R., et al. Molecules from nature: Reconciling biodiversity conservation and global healthcare imperatives for sustainable use of medicinal plants and fungi. **Plants, People, Planet**, v. 2, n.5, p. 463-481, 2020.

KHAN, I.; JAN, S.A.; SHINWARI, Z.K.; ALI, M. Ethnobotany and medicinal uses of folklore medicinal plants belonging to family Acanthaceae: An updated review. **MOJ Biol Med.**, v. 1 n. 2, p. 34-38, 2017.

LOYOLA, R.; MACHADO, N.; VILA-NOVA, M. E.; MARTINELLI, G. Áreas prioritárias para conservação e uso sustentável da flora brasileira ameaçada de extinção. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 80p, 2014.

MARTINELLI, G.; MESSINA, T.; SANTOS FILHO, L. (Orgs.). **Livro vermelho da flora do Brasil: plantas raras do Cerrado**. 2014.

MASSAROTTO, N.P. **Diversidade e uso de plantas medicinais por comunidades quilombolas Kalunga e urbanas, no nordeste do estado de Goiás-GO, Brasil**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciências Florestais). 130f. Departamento de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2009.

MONTEIRO, F.K.S. *Hygrophila* in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB26205>>. Acesso em: 12 ago. 2023

MUSEU DE HISTÓRIA NATURAL, Viena. Museu de História Natural, Viena - conjunto de dados Herbarium W. Occurrence <https://doi.org/10.15468/5s17sh> acessado via GBIF.org em 2023-08-12.

MYERS, N. et al. **Biodiversity hotspot for conservation priorities**. Nature, London, v. 403, p. 853- 858, 2000.

NABOUT, J. C.; JUNIOR, P. M.; BINI, L. M.; DINIF-FILHO, J. A. F. Distribuição geográfica potencial de espécies americanas do caranguejo “violonista” (*Uca* spp.) (Crustacea, Decapoda) com base em modelagem de nicho ecológico. **Iheringia, Sér. Zool.** v. 99, n. 1, p. 92-98, 2009.

NUNES, T. R. S. et al. Organic Extract of *Justicia pectoralis* Jacq. Leaf Inhibits Interferon  $\gamma$  Secretion and Has Bacteriostatic Activity against *Acinetobacter baumannii* and *Klebsiella pneumoniae*. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, 10 p., 2018.

OLIVEIRA, D. A.; PIETRAFESA, J. P.; BARBALHO, M. G. S. Manutenção da Biodiversidade e o Hotspots Cerrado. **Caminhos da Geografia**. Uberlândia. v.9, n.26, jun. 2008.

OLIVEIRA, P. H.; DE OLIVEIRA, R. C.; LEMES, J. A.; PINTO, O.G.; PEIXOTO, J. C. Tratamento Taxonômico da Família Acanthaceae e do Gênero *Justicia*. IX Simpósio Nacional de Ciência e Meio Ambiente – SNCMA – III CIPEEX. **Anais...**2016.

PEREIRA, I. M. **Modelagem de Distribuição e Conservação de *Davilla* Vand. (Dilleniaceae Sallisb)**. 2014. 125 f. Tese (Doutorado em Ciências-Biologia

Comparada). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, São Paulo.

PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; DUDÍK, M.; SCHAPIRE, R. E.; BLAIR, M. E. Opening the black box: an open-source release of Maxent. *Ecography*, 40: 887-893

PROFICE, S. R. et al. **Livro vermelho da flora do Brasil** – Plantas raras do Cerrado / Organizadores Gustavo Martinelli ; Tainan Messina e Luiz Santos Filho; tradução David Straker, Chris Hieatt. - 1. ed. - Rio de Janeiro : Andrea Jakobsson : Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro : CNCFlora, 320 p. 2014.

REIS, A. S.; GIL, A. S. B.; KAMEYAMA, C. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Acanthaceae. **Rodriguésia**, v. 68, n. 3, p. 887-903, 2017.

RIBEIRO, I.C.O. et al. Plants of the Cerrado with antimicrobial effects against *Staphylococcus* spp. And *Escherichia coli* from cattle. **BMC Veterinary Research**, v. 14, n. 32, 2018.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: **Cerrado Ambiente e Flora**. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, p. 89-166, 1998.

RODRIGUES, V. E. G.; CARVALHO, A. C. **Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio do Cerrado na região do Alto Rio Grande –Minas Gerais**. *Rev. Ciência e Agrotecnologia*, v.25, n.1, p.102-123, 2001.

ROMÃO, E. P. **Distribuição geográfica e potencial das espécies do gênero *Tropidacris* Scudder, 1869 (Orthoptera: Romaleidae)**. Dissertação. 57 f. (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade do Estado do Pará. 2017.

*Ruellia* in **FLORA E FUNGA DO BRASIL**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB26280>>. Acesso em: 15 ago. 2023

SANTANA, F. S. **Uma Infraestrutura Orientada a Serviços para a Modelagem de Nicho Ecológico**. Tese. 141 f. (Doutorado em Engenharia de Computação e Sistemas Digitais). Universidade de São Paulo, 2009.

SARTIN, R. D. **O gênero *Justicia* L. (Acanthaceae) em Goiás**. Dissertação. 135 f. (Mestrado em Botânica). Universidade de São Paulo. 2015.

SENA, C. E. S. **Aspectos Valorativos Do Cerrado Goiano Como Provedor Das Plantas Medicinais Para Fins De Uso Tradicional: O Caso Do Grupo Espírita Da Paz**. Dissertação de Mestrado, 119 f. Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Agronegócio, Goiânia, 2018.

SHARMA, P.; MANCHANDA, R.; GOSWAMI, R.; CHAWLA, S. Biodiversity and therapeutic potential of medicinal plants. **Environmental Concerns and Sustainable Development**, v. 2, p. 27-44, 2020.

SIGA-GO. **Sistema de Informações Geográficas Ambientais do Estado de Goiás**. Disponível em: <https://siga.meioambiente.go.gov.br/layers/?limit=20&offset=0>. Acesso em: 11 ago. 2023.

SILVA, M. J. A new and endangered species of *Justicia* L. (Justicieae-Acanthaceae) from the riparian forests of northern Goiás State, Brazil. **Phytotaxa**, v. 525, n. 1, 2021.

SILVA, M. J. *Ruellia umbrosa* (Ruellieae, Acanthaceae) a new and critically endangered species from Lowlands of the Goiás state, Brazil. **Phytotaxa**, v. 544, n. 1, 2022.

STRASSBURG, B. B. N. et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**. DOI: 10.1038/s41559-017-0099. 2017.

VILAR, T. S. **Acanthaceae Juss no Distrito Federal, Brasil**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Botânica). 128f. Departamento de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, 2009.

WASSHAUSEN, D.; WOOD, J. R. I. **Acanthaceae of Bolivia**. Contr. U.S. Natl. Herb. n. 49, p.1–152, 2004.

WASSHAUSEN, D.C., The genus *Aphelandra* (Acanthaceae). **Smithsonian Contrib. Bot.**, v. 18, n. 64, 1975.

ZANATTA, M.R.V. *Stenandrium* in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB26301>>. Acesso em: 15 ago. 2023