



**Nelita Gonçalves Faria de Bessa Floresta de Savana Brasileira: Conservação,  
Reservatório Medicinal e Bioprospecção**

**Brazilian Savanna Forest: Conservation, Medicinal  
Reservoir and Bioprospecting**



**Nelita Gonçalves Faria  
de Bessa**

**Floresta de Savana Brasileira: Conservação,  
Reservatório Medicinal e Bioprospecção**

### **Brazilian Savanna Forest: Conservation, Medicinal reservoir and Bioprospecting**

Tese apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Biologia e Ecologia das Alterações Globais, área de concentração em Biologia e Ecologia Tropical, realizada sob a orientação científica Doutor António Carlos Matias Correia, Professor Catedrático do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro e co-orientação do Doutor Artur Jorge da Costa Peixoto Alves, Investigador Principal do Departamento de Biologia e CESAM da Universidade de Aveiro e do Doutor Aloísio Freitas Chagas Júnior, Professor, Curso de Agronomia, UFT/Gurupi-TO/Brasil, realizada no âmbito do Convênio UA/UFT/Governo do Estado do Tocantins - Fundação de Amparo a Pesquisa do Tocantins - FAPT, Brasil.

Citações e Referências bibliográficas realizadas conforme normativas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), sendo: NBR 10520 – Informação e Documentação - Citações (2002); NBR 6023 - Informação e Documentação - Referências (2002).

Escrita da tese apresentada em conformidade com a Língua Portuguesa Brasileira ou Português do Brasil - pt-BR

Projeto de Pesquisa Estruturante,  
FitoUnirG: convênio 01.08.0453.00  
(em vigência) –  
UnirG/UFT/SEDECTI/Finep/CNPq.

Bolsa de estudos concedida por 24  
meses pela Fundação de Amparo a  
Pesquisa do Estado do Tocantins –  
Governo do Estado, Brasil.

Instituto Ecológica – IE, Tocantins,  
Brasil: projetos no Bioma Cerrado,  
Brasil.

Dedico este trabalho ao meu AMADO esposo, José Carlos Arruda de Bessa, meus QUERÍSSIMOS filhos Manuela (8) e Pedro (11): foram grandiosas as contribuições afetivas, de tolerância, paciência, amor e, sobretudo, de compreensão quanto ao meu gosto por aprender, ter desafios e ser capaz!

## **o júri**

presidente

**Prof. Doutor Carlos Fernandes da Silva**  
professor catedrático do Departamento de Educação da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutor Amadeu Mortágua Velho da Maia Soares**  
professor catedrático do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutora Maria da Luz da Costa Pereira Mathias**  
professora catedrática da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

**Prof. Doutora Maria José Félix Saavedra**  
professora associada com agregação da Escola da Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

**Prof. Doutor Eduardo Mendes da Silva**  
professor associado do Departamento de Botânica, Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia

**Prof. Doutora Isabel da Silva Henriques**  
investigadora auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutor Aloísio Freitas Chagas Júnior**  
professor adjunto da Universidade Federal do Tocantins

**Prof. Doutor António Carlos Matias Correia**  
professor catedrático do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro

## agradecimentos

Ao Programa Doutoral em Biologia e Ecologia das Alterações Globais por possibilitar aperfeiçoamento no campo da ciência e ao mesmo tempo oportunizar vivência no meio acadêmico institucional da Universidade de Aveiro e parceiras: UFT-Universidade Federal do Tocantins, Estado do Tocantins, Brasil, com a responsabilização da co-orientação da pesquisa no Brasil, oferta de disciplina e de laboratório; a UnB – Universidade de Brasília-DF, Brasil, Diretoria do Instituto de Ciências Biológicas, Prof. DSc. Jáder Soares Marinho Filho, por possibilitar de acordo com as normativas do Programa de Pós Graduação em Ecologia cursar disciplinas afins na modalidade de aluno especial.

Ao Governo do Estado do Tocantins, Brasil, Fundação de Amparo a Pesquisa do Tocantins-FAPT pela concessão da bolsa de estudo, via Programa de Doutorado na Universidade de Aveiro (Edital de seleção pública FAPT 01/2012).

A Fundação Centro Universitário UnirG, meu vínculo trabalhista, por possibilitar realização de parte da tese em sua estrutura de laboratório e projeto de pesquisa institucionalizado (Finep/CNPq).

Aos Amigos de doutoramento aqui no Brasil (Eliana, Eduardo, Wagner, Cheila e Michele) e do Centro Universitário UnirG (em especial à Miréia Aparecida Bezerra e Jaqueline Cibene) pelos esforços compartilhados nos momentos de muitas dificuldades, de conquistas e de alegrias.

Aos colegas de outras nações, pelo acolhimento ao realizarmos as disciplinas em Aveiro, Dbio/UA, especialmente à Anne-Sophie Bertrand por tirar dúvidas técnicas e dispor de sua agradável companhia.

Ao pesquisador Lucas Noe pela análise estatística dos dados florestais e ao botânico prático, Antônio Carlim, pela identificação botânica e auxílio nas atividades de campo do Inventário Florestal, juntamente com a geomensora Azafe e a amiga, Eliana Pareja.

Ao orientadores, por disponibilidade e orientação atenciosa.

Ao professor Paulo Silveira, Professoras Rosa Pinho e Helena Silva, colaboradora Lísia Lopes, Departamento de Biologia - UA, pela gentil recepção na primeira estadia em Aveiro e aprendizado proporcionado via disciplina ofertada no doutorado

Ao coordenador do Programa de Doutorado em Biologia e Ecologia das Alterações Globais, Prof. Doutor Amadeu Soares, por trilhar um caminho juntamente com seus colaboradores que possibilita enraizamento da ciência, produção e troca de saberes pelo mundo afora, saindo dos “muros e guetos” acadêmicos institucionais ainda existentes, um contracenso da função da universidade diante das demandas da sociedade.

Agradeço, por fim, a força interior grandiosa que carrego sempre, com absoluta certeza que é motivada pela crença em Deus e pela proatividade diante da vida!

## palavras-chave

Plantas medicinais; Biomassa e carbono; Bioatividade; Bioma Cerrado; Tocantins.

## resumo

O estudo objetivou analisar floresta de área de Reserva Legal (RL) de savana brasileira na perspectiva da conservação, reservatório de carbono orgânico e biomassa medicinal para uso prospectivo das plantas medicinais nativas. Foi realizado levantamento etnobotânico e etnofarmacológico junto à comunidade assentada em área rural do Estado do Tocantins, sendo eleitas 9 espécies mais citadas (cajuí-*Anacardium othonianum*; inharé-*Brosimum gaudichaudii*; jatobá-*Hymenaea courbaril*; jenipapo-*Genipa americana*, aroeira-*Myracrodruon urundeuva*; negramina-*Siparuna guianensis*; barbatimão-*Stryphnodendron obovatum*; assa peixe-*Vernonia brasiliana*, embaúba-*Cecropia pachystachya*). Foi feita a prospecção fitoquímica preliminar dos extratos brutos foliares e triagem dos metabolitos secundários potenciais de atividades antimicrobianas. Os compostos fenólicos, terpenos e flavonoídicos apresentaram positividade nos extratos da maioria das espécies, sugerindo atividades antimicrobianas, antioxidantes e contra insetos. A RL é criada por lei e ocupa localmente 35% da propriedade rural, tornando-se importante reservatório de biomassa medicinal, mas está sob tensão ecológica. Nela foi realizado inventário florestal de espécies lenhosas arbórea-arbustivas vivas usando o método alométrico, identificando raro remanescente de Floresta Estacional Semidecídua em meio à maior savana mundial, o Bioma Cerrado. Foi feita a análise da produtividade média da floresta pela área basal ( $m^2 \cdot ha$ ), biomassa ( $ton \cdot ha^{-1}$ ) aérea viva e estoque de carbono ( $ton \cdot ha^{-1}$ ). O fragmento de floresta foi considerado relativamente rico em espécies e diversidade ainda mantida, mas com sinais de distúrbios e dominada por poucas espécies. Sua estrutura horizontal é sugestiva de condições de regeneração biótica. É um importante reservatório de plantas medicinais: mais da metade (57,5%) das famílias são de espécies medicinais, 19 de um total de 33; guardam 44% (27) do total de espécies (61) e 63% (432) do total de indivíduos (686) inventariados. As espécies medicinais têm importância ecológica para o equilíbrio da flora local, onde 80% estiveram representadas dentre as 10 espécies de maior Índice de Valor de Importância (IVI): *Tetragastris altissima*, *Chrysophyllum marginatum*, *Oenocarpus distichus*, *Sclerolobium paniculatum*, *Simarouba versicolor*, *Alibertia macrophylla*, *Siparuna guianensis*, *Maprounea guianensis*, *Licania parvifolia* e *Physocalymma scaberrimum*. A produtividade medicinal foi alta para este tipo de fitofisionomia: biomassa de  $183,2 \text{ ton} \cdot ha^{-1}$  e carbono de  $91,51 \text{ ton} \cdot ha^{-1}$  representando 66% de toda biomassa e carbono desta floresta de Cerrado.

Desta etapa foi eleita *S. guianensis* (Siparunaceae) para realização de bioensaio objetivando verificar atividade biológica frente aos microorganismos de interesse da agricultura familiar e da saúde, sendo uma espécie medicinal aromática nativa e recomendada como prioritária de conservação, com validação medicinal popular local e disponibilidade de matéria prima medicinal ( $3300 \text{ Kg.ha}^{-1}$ ), conferindo a fração foliar  $38 \text{ Kg/ha}$  de extrato bruto e  $5 \text{ L/ha}$  de óleo essencial. Extratos brutos e óleo essencial foliar foram obtidos e testados em bioensaio *in vitro* feito por difusão em disco, utilizando diferentes concentrações dos produtos naturais frente a bactérias gram-positivas (*Staphylococcus aureus* ATCC 29213), bactérias gram-negativas (*Escherichia coli* ATCC 25922 e ATCC 35218; *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 10145) e fungos (*Candida albicans* ATCC 6258 e *Fusarium oxysporum*). O óleo essencial inibiu o crescimento bacteriano de *S. aureus* nas concentrações brutas ( $380 \mu\text{g. mL}^{-1}$ ), diluído a metade ( $190 \mu\text{g. mL}^{-1}$ ) e a um quarto ( $95 \mu\text{g. mL}^{-1}$ ). É provável que tal ação seja devido aos componentes majoritários sesquiterpenos, como bisabolol e bisaboleno (10,35%), avaliados por cromatografia gasosa (CG-SM; CG-FID). Para os extratos não houve positividade quanto à ação antimicrobiana. Estudos prospectivos envolvendo plantas medicinais nativas podem ajudar na conservação da biodiversidade, gerando subsídios para o desenvolvimento de atividades produtivas familiares sustentáveis no âmbito de ecossistemas locais em lugar dos usos inadequados atualmente praticados. Isto fortalece a política de conservação de RL em assentamentos rurais e está em sintonia com a política pública de aquecimento global e mudanças climáticas.

## keywords

Medicinal plants; Biomass and carbon; Bioactivity; Savanna; Tocantins.

## abstract

This study aimed to analyse the Brazilian savanna forest from a Legal Reserve (LR) area from a perspective of conservation, reservoir of organic carbon and medicinal biomass for a prospective use of native medicinal plants. An ethnobotanical and ethnopharmacological survey was carried out close to a community settled in the rural area in the south of Tocantins, being selected 9 of the most cited species (cajuí- *Anacardium othonianum*; inharé-*Brosimum gaudichaudii*; jatobá-*Hymenaea courbaril*; jenipapo-*Genipa americana*, aroeira-*Myracrodruon urundeuva*; negramina-*Siparuna guianensis*; barbatimão-*Stryphnodendron obovatum*; assa peixe-*Vernonia brasiliana*, embaúba-*Cecropia pachystachya*). Crude foliar extracts were subjected to a preliminary phytochemical prospection and triage of secondary metabolites with antimicrobial activity of potential interest in health and familiar agriculture. Phenolic compounds, terpenes and flavonoids were detected in the extracts of most species, which suggests the presence of antimicrobial, antioxidant and anti-insect activities. It was evident the need to better know the LR as a reservoir of medicinal biomass in an area under ecological tension where 35% (610ha) of the property is LR and should be protected by law. Therefore, a forest inventory of live woody species was performed using the allometric or indirect method. This identified a rare remnant of Semideciduous Seasonal Forest amidst the largest world savannah, the Cerrado biome. An analysis of the forest average productivity per basal area ( $\text{m}^2 \cdot \text{ha}$ ), aerial live biomass ( $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) and carbon stock was carried out. The forest fragment was considered relatively rich in species and diversity, although showing signs of disturbance and dominance by a few species. Its horizontal structure suggests biotic regeneration conditions. It is an important reservoir of medicinal plants. Of the families (57.5%) presenting medicinal species, 19 from a total of 33 are represented in the area and contain 44% (27) of the total species (61) and 63% (432) of the total individuals catalogued. Medicinal species have ecological importance for the equilibrium of the local flora and represent 80% of the 10 species with higher Importance Value Index (IVI): *Tetragastris altissima*, *Chrysophyllum marginatum*, *Oenocarpus distichus*, *Sclerolobium paniculatum*, *Simarouba versicolor*, *Alibertia macrophylla*, *Siparuna guianensis*, *Maprounea guianensis*, *Licania parvifolia* e *Physocalymma scaberrimum*. Medicinal productivity was high for this type of phytophysionomy:  $183,2 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$  of biomass and  $91,51 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$  of carbon representing 66% of the total biomass and carbon of this Cerrado forest. From this stage *S. guianensis* (Siparunaceae) was selected for performing bioassays in order to verify its biological activity against microorganisms of health and agricultural relevance.

This is a native aromatic medicinal plant recommended as priority for conservation, with local popular medicinal validation and availability of medicinal feedstock (3300 Kg.ha<sup>-1</sup>), with the foliar fraction giving 38Kg/ha of crude extract and 5L/ha of essential oil. Foliar crude extracts and essential oil were obtained and tested in vitro using a disk diffusion bioassay. Different concentrations of these natural products were tested against gram-positive bacteria (*Staphylococcus aureus* ATCC 29213), gram-negative bacteria (*Escherichia coli* ATCC 25922 and ATCC 35218; *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 10145) and fungi (*Candida albicans* ATCC 6258 e *Fusarium oxysporum*). The essential oil inhibited the growth of *S. aureus* in its crude concentration (380µg.mL<sup>-1</sup>), as well as diluted to half (190µg.mL<sup>-1</sup>) and a quarter strength (95µg.mL<sup>-1</sup>). It's likely that such action is due to sesquiterpenes major components, such as bisabolol and bisabolene (10.35%), measured by gas chromatography (GC-MS, GC-FID). Extracts did not exhibit any antimicrobial activity against the microorganisms tested. The native medicinal plants prospective market is an alternative that favours the conservation of biodiversity while generating benefits for the development of sustainable family productive activities within local ecosystems instead of the current inappropriate uses. This strengthens conservation policies of Legal Reserve in rural settlements and is in agreement with public policy on global warming and climate changes.

## Figuras indexadas

### CAPÍTULO 2

<b>Figura 1.</b> Localização geográfica do Assentamento rural Vale Verde, Município de Gurupi, Estado do Tocantins.....	22
<b>Figura 2.</b> Etapas da triagem fitoquímica preliminar dos extratos foliares e colaboradores.....	24
<b>Figura 3.</b> Frequência (%) de plantas medicinais nativas e exóticas usadas pela comunidade rural Vale Verde. Gurupi-TO.....	25
<b>Figura 4.</b> Plantas medicinais como conduta terapêutica prioritária (frequência) pela comunidade rural Vale Verde. Gurupi-TO.....	26

### CAPÍTULO 3

<b>Figura 1.</b> Vegetação da Reserva Legal (RL) de Floresta Estacional Semidecídua, diagrama do seu perfil e de sua cobertura arbórea .....	49
<b>Figura 2.</b> Distribuição geográfica das localidades onde há estudos sobre biomassa aérea e abaixo do solo no Cerrado.....	52
<b>Figura 3.</b> Área de estudo situada na abrangência da Amazônica Legal (paralelo 13°) bioma Cerrado, Assentamento Rural Vale Verde, município de Gurupi, Estado do Tocantins, Brasil.....	53
<b>Figura 4.</b> Vegetação de Floresta Estacional Semidecídua em área de Reserva Legal (RL) coletiva do Assentamento Vale Verde, Gurupi-TO, Brasil.....	54
<b>Figura 5.</b> Usos indevidos pelo corte raso e fogo; imagens de satélite (ano base 2008, 2011, 2012) do Assentamento Rural Vale Verde e área de Reserva Legal (RL), Gurupi-TO, Brasil.....	55
<b>Figura 6.</b> Detalhe da alocação das Parcelas Permanentes (20x50 cm) em área de Reserva Legal (RL) do Assentamento Vale Verde, Município de Gurupi-TO, Brasil.....	56
<b>Figura 7.</b> Inventário florestal na área de Reserva Legal.....	57
<b>Figura 8.</b> Curva-espécie acumulada ao longo das 10 parcelas de 20x50m (0,1ha) e do número de espécies gerais e medicinais inventariadas na RL de Floresta Estacional Semidecídua, Bioma Cerrado, Tocantins, Brasil.....	62
<b>Figura 9.</b> Famílias, espécies e número de indivíduos medicinais na RL de Floresta Estacional Semidecídua, bioma Cerrado, Tocantins, Brasil.....	67
<b>Figura 10.</b> Curva de distribuição do número de espécie arbórea-arbustiva medicinal e não medicinal nas 10 parcelas da RL de Floresta Estacional Semidecídua, Tocantins, Brasil.....	68
<b>Figura 11.</b> Distribuição em classes de diâmetro dos indivíduos amostrados em 1ha e 10 espécies de maior IVI da RL de Floresta Estacional Semidecídua, Tocantins, Brasil.....	72
<b>Figura 12.</b> Padrão de distribuição diamétrica (cm) pela densidade das espécies medicinais e não medicinais da RL de Floresta Estacional Semidecídua, Tocantins, Brasil.....	73
<b>Figura 13.</b> Padrão de distribuição diamétrica (cm) das espécies medicinais e de outras da RL de Floresta Estacional Semidecídua, composto por densidade, frequência e dominância relativa.....	74
<b>Figura 14.</b> Biomassa aérea e carbono orgânico total e medicinal de espécies lenhosas vivas de Floresta Estacional Semidecídua em 10 parcelas permanentes de área de Reserva Legal de assentamentos rurais do sul do Tocantins, Cerrado, Brasil.....	76

## CAPITULO 4

<b>Figura 1.</b> Exemplar de <i>S. guianensis</i> presente em Reserva Legal (RL) de Floresta Estacional Semidecídua do Bioma Cerrado, Tocantins, Brasil.....	90
<b>Figura 2.</b> Coleta de folhas de <i>S. guianensis</i> de Floresta Estacional Semidecídua em Reserva Legal de assentamento rural, Tocantins, Brasil; organização em exsicata e herbarização.....	91
<b>Figura 3.</b> Obtenção do extrato bruto foliar de <i>S. guianensis</i> .....	92
<b>Figura 4.</b> Obtenção do óleo essencial de folhas de <i>S. guianensis</i> .....	93
<b>Figura 5.</b> Procedimentos de inoculação das placas de teste.....	97
<b>Figura 6.</b> Etapas conclusivas da inoculação dos antibiogramas em placas de petri contendo os microorganismos alvos.....	98
<b>Figura 7.</b> Positividade da ação antimicrobiana contra <i>Staphylococcus aureus</i> do controle positivo e de 3 concentrações do óleo essencial das folhas de <i>S. guianensis</i> nativa de floresta de savana brasileira, Tocantins, Brasil.....	102
<b>Figura 8.</b> Zonas (mm) de inibição de crescimento de <i>S. aureus</i> pelo uso de extratos e de óleos essenciais de folhas de <i>S. guianensis</i> em diferentes concentrações.....	103
<b>Figura 9.</b> Constituintes químicos do óleo essencial de folhas de <i>S. guianensis</i> presente em Floresta de Savana brasileira. Cromatograma CG-FID.....	106

## Tabelas indexadas

### CAPITULO 2

<b>Tabela 1.</b> Identificação de 09 espécies medicinais nativas do Cerrado e de uso popular local, substâncias bioativas, indicação popular e atividades biológicas indicadas na literatura.....	28
<b>Tabela 2.</b> Triagem fitoquímica preliminar de extratos foliares de 9 espécies de plantas medicinais nativas do Cerrado e de uso popular pela comunidade do Assentamento Rural Vale Verde, Tocantins.....	30

### CAPITULO 3

<b>Tabela 1.</b> Equações utilizadas no cálculo da riqueza, diversidade florística e de parâmetros fitossociológicos da área de Reserva Legal (RL) com fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecídua, Bioma Cerrado, Estado do Tocantins, Brasil.....	61
<b>Tabela 2.</b> Riqueza e diversidade de Floresta Estacional Semidecidual, área de Reserva Legal (RL) de assentamento rural do sul do Tocantins, Bioma Cerrado, Brasil e de outros estudos .....	64
<b>Tabela 3.</b> Relação de espécies arbórea-arbustivas inventariadas e parâmetros fitossociológicos da Floresta Estacional Semidecidual, área de Reserva Legal (RL) de assentamento rural ao sul do Tocantins, Bioma Cerrado, Brasil .....	71
<b>Tabela 4.</b> Quantitativo de indivíduos das três espécies dominantes na RL e representatividade (%) nas 10 parcelas inventariadas.....	77

### CAPITULO 4

<b>Tabela 1.</b> Medida (mm) do halo de inibição de crescimento de microorganismos em diferentes concentrações de extrato e óleo essencial foliar de <i>Siparuna guianensis</i> Aubl., espécie nativa de floresta de savana brasileira, Tocantins, Brasil .....	101
<b>Tabela 2.</b> Teor (%) de componentes majoritários, classes e Índice de Kovats pela cromatografia GC-MS do óleo essencial de folhas de <i>S. guianensis</i> em Floresta de savana brasileira.....	107

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	11
<b>INTRODUÇÃO GERAL E OBJETIVOS</b> .....	11
<b>ESTADO DO TOCANTINS, BIOMA CERRADO, BRASIL: HOTSPOT DE BIODIVERSIDADE MUNDIAL EM MEIO AO AGRONEGÓCIO E AOS ASSENTAMENTOS RURAIS</b> .....	12
<b>RESERVA LEGAL EM ASSENTAMENTO DE PRODUTORES FAMILIARES RURAIS: FONTE DE RECURSOS MEDICINAIS POTENCIAIS DE BIOATIVIDADE</b> .....	13
<b>OBJETIVOS DA PESQUISA</b> .....	15
OBJETIVO GERAL .....	15
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	16
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	17
<b>PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA PRELIMINAR DE PLANTAS DO CERRADO DE USO POPULAR MEDICINAL PELA COMUNIDADE RURAL DO ASSENTAMENTO VALE VERDE, TOCANTINS</b> .....	17
<b>RESUMO</b> .....	18
<b>ABSTRACT</b> .....	19
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	20
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	22
LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	22
LEVANTAMENTO ETNOBOTÂNICO E ETNOFARMACOLÓGICO .....	22
MATERIAL BOTÂNICO .....	23
OBTENÇÃO DO EXTRATO FOLIAR BRUTO .....	23
FITOQUÍMICA E PROSPECÇÃO DOS CONSTITUINTES DA PLANTA .....	24
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	25
LEVANTAMENTO ETNOBOTÂNICO E ETNOFARMACOLÓGICO .....	25
FITOQUÍMICA, PROSPECÇÃO DOS CONSTITUINTES E ATIVIDADE BIOLÓGICA ..	30
<b>CONCLUSÃO</b> .....	38
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	39
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	45
<b>BIOMASSA MEDICINAL E CARBONO DE SAVANA FLORESTAL EM RESERVA LEGAL DE ASSENTAMENTO RURAL DO TOCANTINS, BRASIL</b> .....	45
<b>RESUMO</b> .....	46
<b>ABSTRACT</b> .....	47
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	48
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	53
ÁREA DE ESTUDO .....	53
ANÁLISE DOS DADOS DO INVENTÁRIO FLORESTAL.....	55
Amostragem .....	55
Identificação das espécies lenhosas arbórea-arbustivas vivas .....	58
Riqueza, diversidade e estrutura da vegetação lenhosa arbórea-arbustiva .....	58
Estimativa de biomassa e carbono .....	60
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	62
ESFORÇO AMOSTRAL .....	62
RIQUEZA E DIVERSIDADE DA ÁREA DE RESERVA LEGAL (RL) .....	63
FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS MEDICINAIS LENHOSAS .....	68
ESTRUTURA DIAMÉTRICA E CONSERVAÇÃO DA RESERVA LEGAL .....	72
BIOMASSA MEDICINAL E CARBONO NA PORÇÃO AÉREA DA VEGETAÇÃO .....	75

<b>CONCLUSÃO</b> .....	78
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	79
<b>CAPITULO 4</b> .....	84
<b>ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E BIOMASSA MEDICINAL DE <i>Siparuna guianensis</i> EM FLORESTA DO CERRADO, TOCANTINS, BRASIL</b> .....	84
<b>RESUMO</b> .....	85
<b>ABSTRACT</b> .....	86
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	87
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	90
ESCOLHA DA ESPÉCIE .....	90
OBTENÇÃO DO EXTRATO BRUTO E DO ÓLEO ESSENCIAL FOLIAR .....	91
ENSAIO MICROBIOLÓGICO <i>IN VITRO</i> .....	94
Teste de difusão em disco .....	94
Microorganismos e antimicrobianos utilizados .....	95
Inoculação das placas de teste .....	95
Avaliação da atividade antimicrobiana .....	99
<b>AVALIAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL POR CROMATOGRAFIA GASOSA</b> .....	100
Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de massas (CG-EM).....	100
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	100
<b>ATIVIDADE ANTIMICROBIANA de <i>S. guianensis</i> DE FLORESTA DE SAVANA BRASILEIRA</b> .....	100
<b>COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL POR CROMATOGRAFIA GASOSA</b> .....	105
<b>BIOMASSA E RENDIMENTO PROSPECTIVO DE <i>S. guianensis</i> EM FLORESTA DE SAVANA</b> .....	111
<b>CONCLUSÃO</b> .....	112
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	114
<b>CAPITULO 5</b> .....	118
<b>DISCUSSÃO GERAL E CONCLUSÕES</b> .....	118
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	122

## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUÇÃO GERAL E OBJETIVOS**

## **ESTADO DO TOCANTINS, BIOMA CERRADO, BRASIL: HOTSPOT DE BIODIVERSIDADE MUNDIAL EM MEIO AO AGRONEGÓCIO E AOS ASSENTAMENTOS RURAIS**

O Brasil é um dos países mais extensos do mundo, com uma área de 8.515.767,049 km<sup>2</sup> (IBGE, 2013), ocupando aproximadamente 1,6% da superfície terrestre, 5,7% das terras emersas, 21,5% do continente americano e 47% do território sulamericano.

O Estado do Tocantins fica na abrangência do bioma Cerrado, savana mais úmida do planeta e um dos últimos e importantes *hotspot* mundiais, dado a sua megabiodiversidade e ameaças (MYERS *et al.*, 2000; KLINK e MACHADO, 2005; AQUINO, WALTER e RIBEIRO, 2007; RIBEIRO *et al.*, 2011). A área territorial do Estado ocupa 3,2% (277.720,520 km<sup>2</sup>) do País, sendo pouco menor que países vizinhos da América do Sul como Equador e cerca de três vezes maior que Portugal, Europa. Está localizado ao centro do País e sua logística é feita por rodovias, ferrovias e futuras hidrovias. O agronegócio é no Estado o segmento produtivo predominante, conferindo ao País uma importante fronteira agrícola. Isto o coloca sob alta tensão ecológica na abrangência da Amazônia Legal. Nele ocorre ainda remanescente raro de formação florestal no País, sem associação direta aos cursos de água, como as Florestas Estacionais Semidecíduas. No passado, estas florestas integravam o corredor de florestas secas do Planalto Central do Brasil e faziam conexão com países vizinhos. Estas formações florestais estão desaparecendo do Cerrado (Felfili, Haidar e Carvalho, 2005) para dar lugar às pastagens e aos monocultivos decorrentes do agronegócio, vocação econômica do País. As alterações nesses ecossistemas levam às mudanças em fluxos de carbono para a atmosfera, em níveis que irão variar com a intensidade do distúrbio (Paiva, Rezende e Pereira, 2011), que são decorrentes do uso não sustentável que ocorre em grande parte deste tipo de remanescente florestal, comum em propriedades privadas (SILVA *et al.*, 2004).

O bioma Cerrado é um contínuo vegetacional que ocupa, ao centro do país, 23% (240 milhões de hectares) da sua área territorial, onde apenas 1,5% se encontram protegidos por meio de Unidades de Conservação e pouco mais de 2% por meio das vegetações ciliares ou matas de galerias e Reserva Legal (RL), sendo estas as estratégias previstas na legislação brasileira para proteção da sua biodiversidade terrestre.

O Brasil tem lacunas na gestão pública que precisam ser resolvidas mediante os acordos globais de redução de emissões de gases de efeito estufa até 2020, tendo potenciais para isto. Com base na área total dos imóveis rurais e aplicando os percentuais de RL previstos no atual Código

Florestal (variando de 20, 35 a 80% da propriedade rural) para cada tipo de vegetação, segundo dados do Ipea (2011) e resultados de estudos de cenários (Trindade, 2010; Garcia, 2012), o Brasil deveria atender aos seguintes direcionamentos: possuir uma área total de 258,2 milhões de hectares de RL e reter 18,4 bilhões toneladas de CO<sub>2</sub>, caso as áreas estivessem em perfeito estado de conservação, porém, mantém na prática apenas 40% dessa área como ativo ambiental.

Neste contexto, a conservação de RL seria uma eficiente estratégia e essencial para conservação da biodiversidade no País, especialmente no bioma Cerrado. Isto porque a área ocupada por UCs neste bioma ainda não representa o que é preconizado em escala mundial (10%) e nacional (entre 3 a 5%) e mediante as dificuldades enfrentadas quanto à viabilização de novas áreas físicas para esta finalidade. Portanto, é preciso considerar que a RL represente não apenas uma cota florestal dedicada para o uso sustentável da propriedade rural, mas, sim uma forma de compatibilizar um sistema de áreas protegidas privadas que sirva como corredor entre um sistema de áreas protegidas por UCs. Existem atualmente no Estado do Tocantins 370 assentamentos rurais. Neles as RLs são instituídas, porém, os agricultores familiares nem sempre as visualizam como um recurso de interesse soberano pela conservação da biodiversidade bem como ainda desconhecem as possibilidades de estabelecer relações produtivas com esta área, sob regime de limitação de uso.

## **RESERVA LEGAL EM ASSENTAMENTO DE PRODUTORES FAMILIARES RURAIS: FONTE DE RECURSOS MEDICINAIS POTENCIAIS DE BIOATIVIDADE**

Existe um cenário importante e possível de viabilização na prática em assentamentos rurais mediante a existência de um debate nacional em relação à viabilização de políticas de serviços ambientais. Parte-se do princípio de que os estabelecimentos agropecuários, sobretudo as pequenas propriedades familiares, devam ser estimulados a conservar e recuperar suas RLs de forma a auferir rendimentos mediante o uso sustentável da floresta e mesmo por somente mantê-las, sendo compensados por políticas de serviços ambientais ecossistêmicos. Esta iniciativa é recente e viabilizada em pouquíssimos municípios brasileiros.

Dentre as inúmeras vantagens, tem-se com a RL conservada uma contribuição valiosa para manutenção da biodiversidade, o que eleva a probabilidade de sucesso na bioprospecção de recursos genéticos com valor econômico, como fármacos, cosméticos e biodenstivos agrícolas. Nas RLs estudos demonstram que metade da flora lenhosa tem uso medicinal (Aquino e Oliveira, 2006;

Aquino, Walter e Ribeiro, 2007) alguns com comprovação científica, outros validados pelo conhecimento popular. Um grande número de metabólitos primários ou secundários, disponível na natureza e produzido por plantas, pode oferecer excelentes oportunidades para diversificar o controle de pragas na agricultura (Souza Filho e Alves, 2002) e potenciais fármacos (BARREIRO e BOLZANI, 2009). Biodefensivos podem ser originados a partir de pesquisas com produtos naturais e assim minimizar efeitos de contaminação ambiental, sendo um importante passo para uma agricultura ecologicamente correta. Portanto, existem motivos para manter a vegetação acima do solo tendo a RL como estratégia por ser um dos principais reservatórios de estoques de carbono, evitando com isto que o CO<sub>2</sub> e outros gases de efeito estufa sejam lançados na atmosfera no processo de desmatamento e decomposição da biomassa e do carbono (IPEA, 2011).

O Brasil firmou acordos internacionais no âmbito da política pública relacionada com o aquecimento global e mudanças climáticas. Existe um cenário de empresas, universidades, governos e sociedade buscando soluções alternativas que requer mudança da cultura produtiva recorrente da economia verde. Assim, aos assentamentos rurais, mediante a escassez dos recursos pela pressão de uso intenso em uma pequena porção de terra, resta trilhar um caminho de empreendimentos produtivos familiares sustentáveis no âmbito dos ecossistemas locais. É importante destacar que a política de reforma agrária no Brasil é falha: falta planejamento e assistência pelos órgãos competentes para que nesse tipo de distribuição de terra as famílias pudessem evitar os usos indevidos da terra, o que gera conflito de uso e perda dos recursos, além de não contribuir para atender ao objetivo da política, que a priori, é de atenuar as desigualdades sociais. Mas mesmo diante deste cenário, existem casos de sucesso no campo do uso sustentável envolvendo recursos da flora medicinal em outros importantes biomas brasileiros, a Caatinga e o Amazônico.

Portanto, conhecendo melhor a RL, seu *status* de conservação, sua guarda de plantas medicinais de interesse biológico bem como suas reservas de biomassa e carbono pode se esperar resultados que estimulem a conservação dessas áreas, ainda sob pressão antrópica sem qualquer tipo de manejo e infringindo a lei. Acredita-se que o desenvolvimento de estratégias produtivas, dependentes de recursos nativos, pode significar possibilidades futuras de repartição de benefícios, gera conhecimento científico interdisciplinar no âmbito da biologia e ecologia tropical e abrange conhecimentos sobre a conservação, o uso da biodiversidade medicinal do Cerrado e seu potencial prospectivo.

## **OBJETIVOS DA PESQUISA**

A partir da contextualização, problemática e concepção geral já expostas no capítulo 1 dispõem-se abaixo os objetivos da presente tese, onde cada objetivo específico foi apresentado por meio de capítulos (2, 3 e 4) estruturados em modelo de artigo científico. Ao final de tais exposições segue no capítulo 5 uma discussão geral, possibilitando uma conclusão mais ampla envolvendo a grande questão geradora desta pesquisa que foi: O potencial prospectivo de plantas medicinais nativas de Reserva Legal de áreas privadas de assentamentos coletivos da agricultura familiar, uma vez conhecido, pode auxiliar nas tomadas de decisão que favoreçam a conservação do bioma Cerrado, esta importante savana brasileira e *hotspot* mundial?

### **OBJETIVO GERAL**

- Analisar floresta de área de Reserva Legal de savana brasileira na perspectiva de reservatório e uso prospectivo de plantas medicinais, biomassa e carbono orgânico

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar prospecção fitoquímica preliminar de plantas do Cerrado de uso popular medicinal por comunidade de assentamento rural, Estado do Tocantins;

- Analisar a conservação e o reservatório de biomassa medicinal e carbono em área de Reserva Legal, Floresta Estacional Semidecídua do Bioma Cerrado, em assentamento rural do Tocantins;

- Verificar atividade antimicrobiana de extrato e óleo essencial foliar de *Siparuna guianensis* e respectiva biomassa medicinal em floresta de savana, Tocantins.

## REFERÊNCIAS

- AQUINO, F. de G.; WALTER, B.M.T.; RIBEIRO, J.F. Espécies vegetais de uso múltiplo em Reservas Legais de Cerrado – Balsas, MA. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, p.147-149, 2007.
- AQUINO, F.G de; OLIVEIRA, M.C de. **Reserva Legal no Bioma Cerrado: uso e preservação**. Panaltina, DF: Embrapa Cerrados, 25p. 2006 (Documentos, 158).
- BARREIRO, E. J; BOLZANI, V. S da. Biodiversidade: Fonte potencial para descoberto de fármacos. **Química nova**, v.32, n.3, 679-688, 2009.
- BRASIL. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Resolução nº01, de 15 de janeiro de 2013, dispõe sobre atualização territorial do Brasil. Acesso em 10 de fev. 2014. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/pdf/DOU\\_23\\_01\\_2013.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/pdf/DOU_23_01_2013.pdf).
- FELFILI, J.M.; CARVALHO, F.A.; HAIDAR, R.F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal. 2005. 60p.
- GARCIA, Y. M. O código florestal brasileiro e suas alterações no congresso nacional. Unesp. Revista Geografia em Atos: **Geoatos**. n. 12, v.1, p.54-74. 2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE PESQUISA (IPEA). **Código Florestal: implicações do Projeto de lei 1876/99-2011, nas áreas de Reserva Legal**. Boletim Técnico. n. 96. 2011. Acesso em 6 de fev 2014. Disponível em: [http://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/comunicado/110616\\_comunicadoipea96.pdf](http://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/comunicado/110616_comunicadoipea96.pdf)
- KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v.1, p.147-155, 2005.
- MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853-858, 2000.
- PAIVA, A.O; REZENDE, A.V.; PEREIRA, R.S. Estoque de carbono em cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.527-538. 2011.
- RIBEIRO, S.C. *et al.* Above- and belowground biomass in a Brazilian Cerrado. **Forest Ecology and Management**, n. 262, p.491-499, 2011.
- SILVA, N. R. S.; MARTINS, S. V.; MEIRA NETO, J. A A. A. Composição florística e estrutura de uma floresta estacional semidecidual Montana em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 28, p. 397-405. 2004
- SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. **Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 260 p.
- TRINDADE, G. **Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal: Análise Comparativa entre o atual Código Florestal Federal (Lei nº 4.771/65) e o Substitutivo do PL nº 1.876/1999 (novo Código Florestal)**. In: LAVRATTI, P.; PRESTES, V. B. (orgs.). **Direito e Mudanças Climáticas – A Reforma do Código Florestal: Limites Jurídicos**. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2010 – (Direito e Mudanças Climáticas; 1) 189 p., 2010.

## CAPÍTULO 2

### **PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA PRELIMINAR DE PLANTAS DO CERRADO DE USO POPULAR MEDICINAL PELA COMUNIDADE RURAL DO ASSENTAMENTO VALE VERDE, TOCANTINS**

BESSA, N.G.F. de<sup>1,2\*</sup>; BORGES, J.C.M.<sup>2</sup>; BESERRA, F.P.<sup>2</sup>; CARVALHO, R.H.A.<sup>2</sup>; PEREIRA, M.A.B.<sup>2</sup>; FAGUNDES, R.<sup>2</sup>; CAMPOS, S.L.<sup>2</sup>; RIBEIRO, L.U.<sup>2</sup>; QUIRINO, M.S.<sup>2</sup>; CHAGAS JUNIOR, A. F.<sup>3</sup>; ALVES, A.<sup>4</sup>. <sup>1</sup>Doutoranda em Biologia e Ecologia Tropical, Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, Portugal/UFT/Governo do Estado, Tocantins, Brasil, e-mail\*: eduambiental@unirg.edu.br. <sup>2</sup>Fundação Centro Universitário UnirG, Av: Rio de Janeiro, 1585, CEP: 77400-000 Gurupi, Tocantins, Brasil. <sup>3</sup>Universidade Federal do Tocantins, Rua Badejós, Lt. 7, Chácara 69/72, CEP: 77402-970, Gurupi, Tocantins, Brasil. <sup>4</sup>Departamento de Biologia e CESAM, Universidade de Aveiro, CEP: 3810-193, Aveiro, Portugal.

## RESUMO

Este estudo objetivou caracterizar qualitativamente grupos de metabólitos secundários e alguns constituintes de 9 espécies de plantas medicinais nativas do cerrado utilizadas pela comunidade rural do Assentamento Vale Verde, identificando potencialidades biológicas e farmacológicas. As informações referentes às plantas de uso medicinal foram obtidas por meio de estudos etnobotânicos e etnofarmacológicos, realizados no período de 2010 a 2012. O material botânico coletado foi identificado e depositado no Herbário da Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional (TO). O extrato etanólico e metanólico foi obtido a partir do material seco em estufa, filtrado e concentrado em evaporador rotatório sob pressão reduzida, pesados e novamente colocados em estufa por 24h a 50°C, obtendo o rendimento (m/m) resultante da relação entre a massa de extrato concentrado e após seco. A análise fitoquímica das plantas selecionadas foi feita usando a metodologia da Prospecção Preliminar, realizando testes para detecção de alguns constituintes importantes e dos principais grupos de metabólitos: saponinas, fenóis e taninos, catequinas, esteróides e triterpenóides, cumarinas, antraquinonas e flavonóides. Os testes foram considerados positivos através de reações de precipitados com colorações, formações de espumas e manchas coloridas. Os testes fitoquímicos realizados nos extratos revelarem a presença de constituintes do metabolismo secundário das plantas que podem contribuir para a identificação de marcadores químicos para as espécies estudadas, sendo estes indispensáveis para os testes de qualidade e integridade de fitoterápicos e uso popular mais seguro das plantas medicinais, possibilitando melhor controle farmacognóstico dessas espécies e direcionamento dos seus usos e aplicações na pesquisa pela bioatividade preliminarmente conhecida. Neste caso, especialmente devido às atividades antimicrobianas, antioxidantes e contra insetos, sugerindo relação com a presença de compostos fenólicos e flavonoídicos, positivos nos extratos da maioria das espécies. Estas informações são inéditas no Tocantins e estratégicas para fortalecimento das políticas de conservação de Áreas de Reserva Legal no âmbito do Cerrado, bioma prioritário para conservação da biodiversidade, melhorando a caracterização dos recursos medicinais ainda disponíveis na flora nativa regional bem como vislumbrando suas aplicações biológicas e farmacológicas.

**Palavras-chave:** Fitoquímica, Prospecção, Plantas Mediciniais, Cerrado, biodiversidade.

## **ABSTRACT**

This qualitative study aimed to characterize the groups of secondary metabolites and some constituents of 9 species of medicinal plants used by native Cerrado rural community in the Assentamento Vale Verde, identifying its biological and pharmacological potential. The information on the medicinal plants was obtained through ethnobotanical and ethnopharmacological studies performed in the period 2010-2012. The botanical material collected was identified and deposited in the Herbarium of the Federal University of Tocantins, Porto Nacional (TO). The ethanolic and methanolic extracts were obtained from the oven dried material, filtered and concentrated on a rotary evaporator under reduced pressure, weighed and placed again in an oven for 24h at 50 ° C, and the yield (m / m) resulting from the ratio of the mass extract concentrated and after dry. Phytochemical analysis of selected plants was done using the methodology of Preliminary Prospecting to conduct tests to detect of important constituents and the major groups of metabolites: saponins, phenols and tannins, catechins, steroids and triterpenoids, coumarins, anthraquinones and flavonoids. The tests were considered positive by reactions precipitated with colorations, formation of foams and colored stains. Phytochemicals tests performed on extracts revealed the presence of constituents of secondary metabolism of plants, which can help identify chemical markers of species. These, are indispensable for testing quality and integrity of phytochemicals and safer popular use of medicinal plants enabling better pharmacognostic control of these species and direction of its uses and applications in research by preliminarily known bioactivity. Therefore, there, antimicrobial, antioxidant and anti insects, maybe due to the presence of phenolic compounds and flavonoids, positive in extracts of most species. This information is unprecedented in Tocantins and strategic strengthening of conservation policies Legal Reserve Areas within the Cerrado, priority biome for biodiversity conservation, improving the characterization of medicinal resources still available in native regional flora and their biological and pharmacological applications.

**Keywords:** Phytochemistry, Prospecting, Medicinal Plants, Cerrado, biodiversity.

## INTRODUÇÃO

O uso de plantas medicinais tem relevância sócioeconômica muito grande na qualidade de vida das comunidades de baixa renda, devido a sua alta disponibilidade, baixa toxicidade, risco mínimo de efeitos colaterais e principalmente aos baixos custos e/ou sem ônus comparados aos medicamentos alopáticos (RODRIGUES e CARVALHO, 2001). Esta é uma realidade muito comum no meio rural brasileiro, associada também às dificuldades de acesso aos serviços básicos de saúde pública. O processo de levantamento, resgate de informações e identificação de espécies medicinais nativas do Cerrado é importante mediante o potencial econômico e medicinal dessas plantas provenientes deste bioma (SILVA *et al.*, 2010), ainda pouco conhecido e com disponibilidade futura comprometida devido à ameaça como desmatamento e queimadas, ameaçando inclusive Áreas de Reserva Legal, o que tem levado a perda da biodiversidade medicinal.

Entretanto, as pesquisas ainda são poucas e existem lacunas referentes ao conhecimento científico de compostos bioativos produzidos pelas espécies desse bioma, repercutindo em uma realidade brasileira onde, embora se tenha a maior diversidade vegetal do mundo e muitas plantas medicinais sejam de amplo conhecimento popular, o número de informações sobre essas plantas tem crescido apenas 8% anualmente (GUARIN-NETO e MORAIS, 2003; SILVA *et al.*, 2010; CORRÊA e SALGADO, 2011).

A pesquisa fitoquímica é importante principalmente quando ainda não são dispostos todos os estudos químicos com espécies de interesse popular, tendo como objetivo conhecer os compostos químicos das espécies vegetais e avaliar sua presença nos mesmos, identificando grupos de metabólitos secundários relevantes (SIMÕES *et al.*, 2004) úteis enquanto marcadores químicos no monitoramento das plantas medicinais em processo de domesticação (LEITE, 2009), na qualidade da matéria prima medicinal e na prospecção da biodiversidade ou bioprospecção (BRAGA, 2009). A etnobotânica aplicada ao estudo de plantas medicinais trabalha em estreita cumplicidade com a etnofarmacologia que consiste na exploração científica e interdisciplinar de agentes biologicamente ativos, que sejam tradicionalmente empregados ou observados por determinado agrupamento humano (LÓPEZ, 2006). Assim, estas áreas do conhecimento devem ser utilizadas em pesquisas de novas substâncias oriundas de plantas, tendo: a etnobotânica a incumbência de buscar informações a partir do conhecimento de diferentes povos e etnias; a fitoquímica o desempenho de identificação, purificação, isolamento e caracterização de princípios ativos; e a farmacologia o estudo dos efeitos farmacológicos de extratos e dos constituintes químicos isolados (ALBUQUERQUE e HANAZAKI,

2006). Esta atuação interdisciplinar é necessária e amplia as buscas direcionadas para o campo da bioatividade das plantas medicinais levando em conta também os aspectos agrotecnológicos, microbiológicos, farmacológicos e biotecnológicos (FOGLIO *et al.*, 2006).

A orientação para tais estudos ocorre a partir dos usos indicados popularmente em medida que a detecção de atividade biológica nessas plantas é certamente mais seletiva do que em plantas escolhidas ao acaso (YUNES, 2001). As plantas utilizadas na medicina tradicional estão sendo cada vez mais estudadas por serem possíveis fontes de substâncias com atividades antimicrobianas frente a microorganismos prejudiciais a saúde do homem (Mendes *et al.*, 2011), a agricultura e a pecuária (Corrêa e Salgado, 2011) contribuindo para suas aplicações no campo da agroecologia.

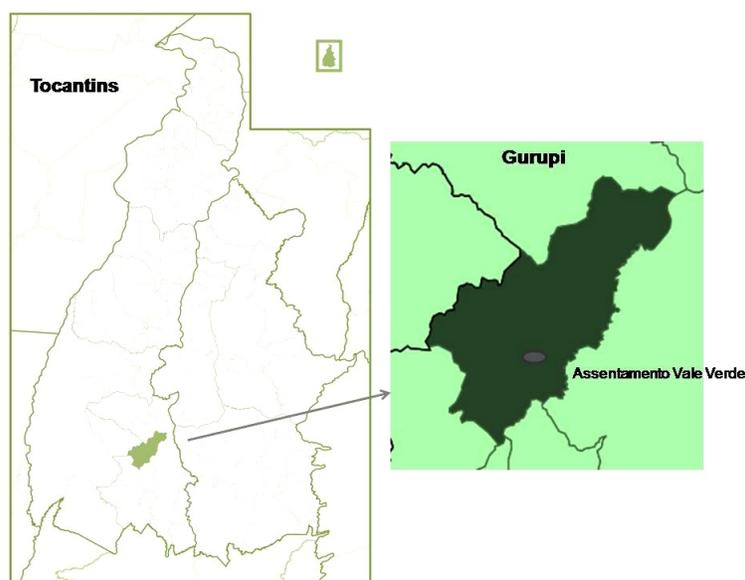
No âmbito da saúde, a política pública vigente no Brasil recomenda a promoção da popularização do uso de plantas medicinais e fitoterapia na atenção primária, entretanto, com eficácia, segurança e práticas de conservação da biodiversidade medicinal. Um dos fatores que contribui com esta questão no País é a geração de conhecimento sobre os princípios ativos da matéria prima nos vários biomas e seus respectivos ecossistemas, principalmente devido à grande extensão territorial e plantas obtidas de várias localidades, levando as dificuldades quanto ao controle de qualidade dessas opções terapêuticas (VILEGAS *et al.*, 2009). A triagem fitoquímica é um procedimento importante para bioprospecção das espécies vegetais de interesse farmacológico e/ou toxicológico. A composição química de um extrato pode ser conhecida através de testes químicos qualitativos rápidos e de baixo custo, sugerindo as possíveis classes de metabólitos secundários de interesse (MATOS, 1997).

Diante deste contexto realizou-se o estudo fitoquímico preliminar com os extratos de folhas de plantas medicinais do Cerrado de uso popular verificado a partir do levantamento etnobotânico e etnofarmacológico, realizados junto a comunidade rural do Assentamento rural Vale Verde, região sul do Estado do Tocantins. A abordagem fitoquímica de extratos etanólico e metanólico de 9 espécies nativas medicinais do Cerrado foi priorizada na perspectiva de identificar os grupos de metabólitos secundários e alguns constituintes, como catequinas presentes, vislumbrando resultados indicativos para possíveis marcadores químicos. Trata-se de uma contribuição para qualidade da matéria prima visando aplicações biológicas na agroecologia e na saúde, com condutas terapêuticas mais seguras relacionadas às plantas medicinais e aos fitoterápicos. A indicação popular relatada no levantamento etnobotânico e etnofarmacológico orientou a busca pelas atividades biológicas das espécies e constituintes fitoquímicos relacionados de forma a justificar a adequação ou não do uso medicinal popular e futuros estudos de bioprospecção envolvendo espécies de plantas medicinais promissoras e nativas do Cerrado, bioma prioritário para conservação da biodiversidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

### LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Assentamento Vale Verde foi criado no dia 16 de abril de 2003, pela Portaria INCRA/SR-26/Nº09/2003. Está localizado entre as coordenadas S 11° 52.582 W 048° 58.913 (Figura 1) e situado a 15 km do perímetro urbano de Gurupi, no sul do Estado do Tocantins. Possui uma área total de 1765,18 hectares, tendo sido dimensionado para atender 100 famílias, com área média de 10 hectares por lote onde praticam agricultura e pecuária de subsistência como principal atividade produtiva. A área restante (35% do total) foi demarcada e preservada como Área de Reserva Legal comunitária (INCRA/RURALTINS, 2004).



**Figura 1.** Localização geográfica do Assentamento rural Vale Verde, Município de Gurupi, Estado do Tocantins, 2012.

### LEVANTAMENTO ETNOBOTÂNICO E ETNOFARMACÓLOGICO

Este levantamento foi realizado de janeiro a dezembro de 2010 por meio de uma entrevista individual aplicada junto a um representante adulto de cada uma das cem (100) famílias do assentamento, preferencialmente de mais idade devido ao conhecimento acumulado. Foi utilizado um

questionário estruturado, contendo perguntas abertas e fechadas, abordando sobre o perfil sócio-demográfico, etnobotânica (origem do conhecimento, plantas utilizadas, classificação em nativas ou exóticas, usos e indicações populares, incluindo usos produtivos alternativos) e etnofarmacologia (doenças mais frequentes e respectivas condutas terapêuticas adotadas pela comunidade).

## MATERIAL BOTÂNICO

As 9 espécies estudadas foram selecionadas por serem plantas medicinais nativas do bioma Cerrado, presentes no Assentamento Vale Verde e cujos usos e indicações foram mais citadas no levantamento etnobotânico e etnofarmacológico.

As folhas e flores das espécies medicinais nativas do Cerrado foram coletadas no Assentamento no período de janeiro a dezembro de acordo com a época de floração e frutificação de cada espécie. As exsiccatas das 9 espécies foram identificadas pelo Prof. DSc. Rodney Viana e depositadas no herbário da Universidade Federal de Tocantins - UFT (campus de Porto Nacional - TO), sendo: *Anacardium othonianum* Rizz. (S 11°52.814 W 048° 59.009; registro 10297); *Brosimum gaudichaudii* Trécul. (S 11°52.850 W 048°59.140; registro 10293); *Cecropia pachystachya* T.(S 11°52.817 W 048°58.991; registro 10.068); *Hymenaea courbaril* L.(S 11°52.807 W 048°59.142, registro 10289); *Jenipa americana* L. (S 11°52.807 W 048°59.142; registro 10295); *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (S 11°52.786 W 48°58.946; registro 10290); *Siparuna guianensis* Aublet. (S 11°52.582 W 048°58.913; registro 10298); *Stryphnodendron obovatum* Benth. (S 11°52.550 W 048°58.142; registro 10296); *Vernonia brasiliana* (L.) Druce (S 11°52.853 W 048°59.014; registro 10292).

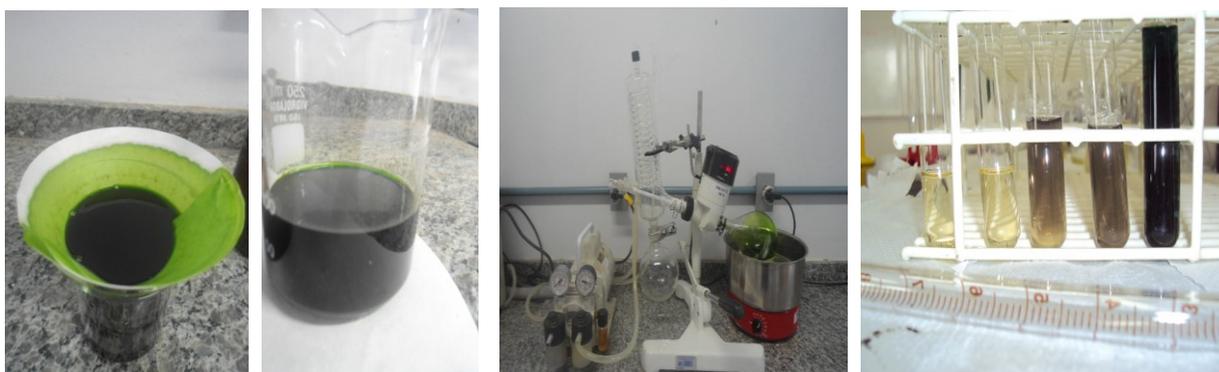
## OBTENÇÃO DO EXTRATO

As folhas das 9 espécies estudadas foram coletadas e submetidas a secagem em estufa à temperatura de 40°C ( $\pm 0,5$ ) por 3 dias e trituradas em moinho de facas tipo Willey (EDB-5). Os extratos foram preparados a partir da pesagem de 100 g do pó das folhas de cada espécie. Em seguida fez-se a extração por maceração em 500 ml de solução etanólica (álcool etílico marca Dinâmica) a 95% durante 7 dias, sendo *C. pachystachya* extraído com solução metanólica (álcool metílico, marca Dinâmica) a 95%. Os filtrados etanólico e metanólico foram concentrados em evaporador rotatório sob pressão reduzida (temperatura de até 50° C) e em seguida pesados. Os concentrados foram secos em estufa por 24h a 50°C e novamente pesados. Calculou-se o rendimento (%) do extrato

concentrado e após secagem, através da relação entre as massas (g) do extrato concentrado (m) e após sua secagem (m).

## FITOQUÍMICA E PROSPECÇÃO DOS CONSTITUINTES DA PLANTA

Os extratos etanólico (8) e metanólico (1) foram submetidos a uma série de reações de caracterização fitoquímica: açúcares redutores (reação de Benedict: Fehling A usando como reagente o sulfato cúprico/marca Synth e B usando hidróxido de sódio/marca Dinâmica e tartarato de sódio e potássio/marca F. Maia); saponinas (teste de espuma-agitação); fenóis e taninos (reação com cloreto férrico/marca Dinâmica); esteróides e triterpenos (extração com clorofórmio/marca Dinâmica, anidrido acético/marca Vetec e ácido sulfúrico/marca F. Maia), cumarinas (extração com éter etílico/marca Dinâmica e observação sob a luz ultravioleta), alcalóides (Reativos de Dragendorff usando carbonato de bismuto/marca Vetec e iodeto de potássio/marca Caal nacional), catequinas (reação com ácido clorídrico/marca Dinâmica e aquecimento), flavonóides (reação com magnésio granulado/marca Vetec com ácido clorídrico/marca Dinâmica), antraquinonas (reação com tolueno/marca F. Maia e hidróxido de amônio/marca Synth). A metodologia utilizada seguiu Matos (1997), Simões *et al.* (2004) e Miranda *et al.* (2013). A presença ou ausência dos grupos de metabólitos secundários e de alguns constituintes das 9 espécies estudadas foi verificada a partir da observação da reação característica esperada, indicando a presença de resultado positivo ou negativo para cada grupo e constituinte analisado (Matos, 1997). Esta reação foi verificada nas soluções configuradas nos tubos de ensaio (Figura 2, Tabela 2).

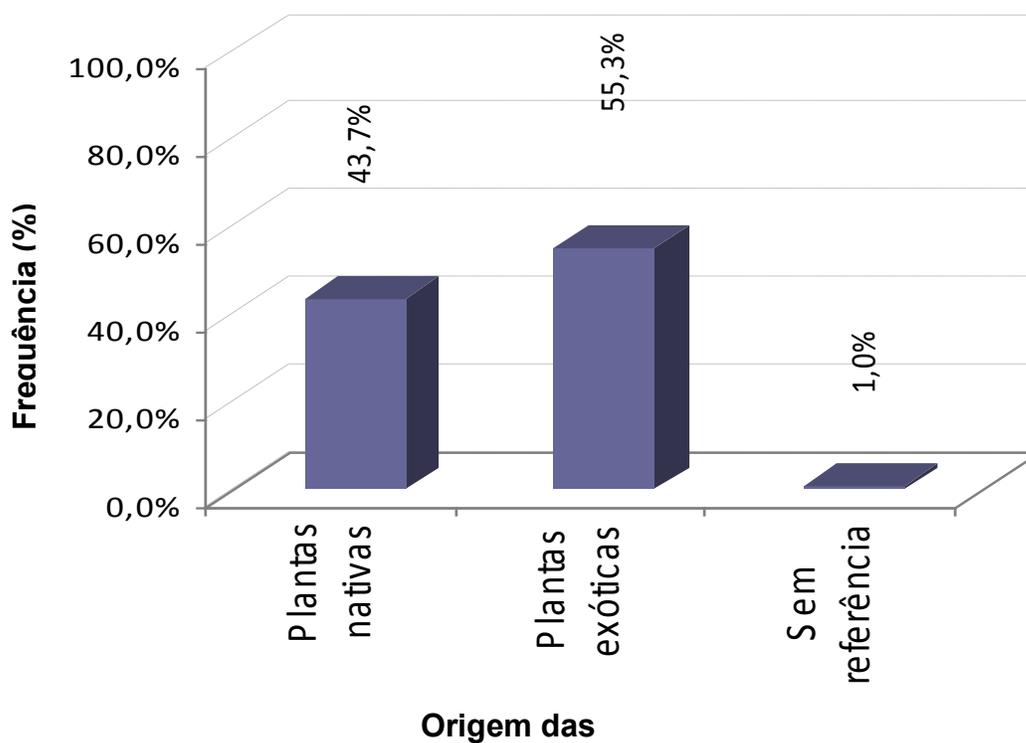


**Figura 2.** Etapas da triagem fitoquímica preliminar dos extratos foliares

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

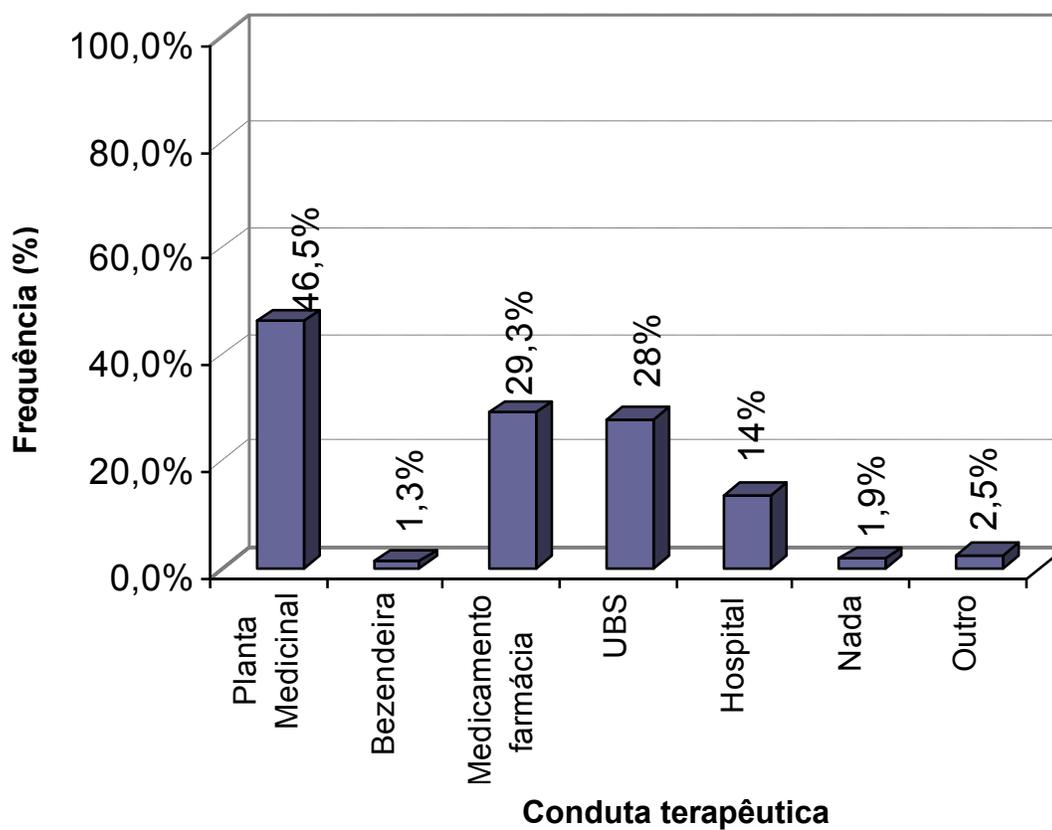
### LEVANTAMENTO ETNOBOTÂNICO E ETNOFARMACOLÓGICO

O conhecimento popular sobre as plantas medicinais bem como as condutas terapêuticas utilizadas pela comunidade rural do Assentamento Vale Verde, município de Gurupi-TO, foi constatado por meio do levantamento etnobotânico e etnofarmacológico, realizado junto 81% das famílias. Foram citadas 104 plantas com finalidades terapêuticas, destas 43,7% são nativas e 55,3% são exóticas (Figura 3), evidenciando o valor local dado a flora medicinal do Cerrado (Guarin-Neto e Morais, 2003) e o potencial medicinal a ser pesquisado (SILVA *et al.*, 2010).



**Figura 3.** Frequência (%) de plantas medicinais nativas e exóticas usadas pela comunidade rural Vale Verde. Gurupi -TO, 2012.

O uso de plantas medicinais é a conduta terapêutica prioritária (46,5%) da comunidade (Figura 4), cuja origem do conhecimento (98%) advém da rede familiar e de outras pessoas do assentamento. A renda mensal é de até um salário mínimo (45%). Neste tipo de cenário é comum o uso de plantas medicinais, devido à disponibilidade sem ônus desse importante recurso terapêutico (RODRIGUES e CARVALHO, 2001).



**Figura 4.** Plantas medicinais como conduta terapêutica prioritária (frequência) pela comunidade rural Vale Verde. Gurupi -TO, 2012.

As espécies medicinais estudadas foram agrupadas (Tabela 1) seguindo a identificação botânica, a denominação conhecida pela comunidade rural bem como as substâncias bioativas indicadas na literatura e o contraste entre a indicação popular local e as atividades biológicas que constam também na literatura. Verificou-se que o conhecimento empírico da comunidade apontou para 52 diferentes indicações terapêuticas para as 9 espécies medicinais estudadas não havendo correspondência, em alguns casos, entre indicação empírica em relação a atividade biológica relatada na literatura (Tabela 1). Isto ocorreu em relação, por exemplo, a *Hymenaeae Coubaril* L. (jatobá) com indicação popular local para uso de chá das folhas como controle da anemia e de problemas no fígado, não havendo indicação destes usos na literatura assim como para *Stryphnodendron Obovatum* Benth. (barbatimão), onde a população faz uso como antibiótico natural. Mas neste caso, é possível essa generalização por parte da comunidade mediante sua ampla atividade biológica citada na literatura. Dentre as possíveis explicações para estes fatos tem-se a presença ou ausência de determinado grupo de metabólitos secundários e outros constituintes específicos nas plantas das espécies estudadas, o que

sinalizaria preliminarmente para a necessidade de um possível marcador químico (Emerenciano *et al.*, 2005), ajudando na melhor conduta terapêutica e não adulteração de matéria prima e aplicações mais seguras.

Várias plantas medicinais foram relatadas pela comunidade com seus usos respectivos e frequência de citação: problemas respiratórios - gripes, resfriados (34%) com uso do assa-peixe (*Vernonia brasiliiana*), folha santa ou negramina (*Siparuna guianensis*), Cajuí (*Anacardium othonianum*), alfavaca (*Ocimum* sp), fedegoso (*Stachytarpheta* sp), malva do reino (*Gossypium* sp), manjerição (*Ocimum* sp), melão de São Caetano (*Momordica* sp), poejo (*Mentha* sp), sete dores (*Plectranthus* sp) e sucupira (*Pterodon* sp); com relatos de uso para hipertensão (22%) a amora (*Morus* sp) e o capim santo (*Lippia* sp); usando o inharé (*Brosimum gaudichaudii*), a batata de purga (*Operculina* sp), a erva de santa Maria (*Chenopodium* sp) e a terramicina (*Pfaffia* sp) para verminoses (11%); dores na coluna usando a negramina (*Siparuna guianensis*), dores nos rins usando a embaúba (*Cecropia pachystachya*) e problemas cardíacos com uso de baru (*Dipteryx* sp) resultaram em 8% dos relatos; diabete (8%) com uso de cajuí (*Anacardium othonianum*), jenipapo (*Genipa americana*), coquinho-do-cerrado (*Syagrus* sp), picão (*Bidens* sp), pereira (*Aspidosperma* sp) e quina-do-cerrado (*Strychnos* sp); infecções (7%) com uso da negramina (*Siparuna guianensis*), barbatimão (*Stryphnodendron obovatum*), cajuí (*Anacardium othonianum*), aroeira (*Myracrodruon* sp), folha grossa (*Kalanchoe* sp), gervão (*Stachytarpheta* sp), jatobá (*Hymenaea* sp), mangabeira (*Hancornia* sp), sete dores (*Plectranthus* sp) e sucupira (*Pterodon* sp); dores de cabeça (5%) com uso de negramina (*Siparuna guianensis*), lima de bico (*Citrus* sp) e vick (*Jatropha* sp); câncer (3%) com uso de assa-peixe (*Vernonia brasiliiana*); úlcera (2%) com uso de assa-peixe (*Vernonia brasiliiana*), inharé (*Brosimum gaudichaudii*), açoita cavalo (*Leubea* sp) e espinheira (*Maytenus* sp). As enfermidades ocorrem, segundo os relatos, mais em pessoas do sexo masculino (66,9%) que do sexo feminino (33,1%), sendo os adultos mais acometidos (38,8%), idosos (33,6%) seguido de crianças (25,5%) e de jovens (2,1%).

**Tabela 1.** Identificação de 09 espécies medicinais nativas do Cerrado e de uso popular local, substâncias bioativas, indicação popular e atividades biológicas indicadas na literatura.

Família	Espécie	Nome popular local	Substâncias bioativas	Indicação da população local	Atividades biológicas
Anacardiaceae	<i>Anacardium othonianum</i> Rizz.	Cajuzinho-do-cerrado ou Cajuí	Compostos fenólicos, catecólicos, taninos condensados e alcalóides (SILVA <i>et al.</i> , 2007; ROCHA <i>et al.</i> , 2011; TROX <i>et al.</i> , 2011)	Inflamações, patologias respiratórias (tosse, gripe), diabetes, dores	Gastrite, larvicida, antimicrobiana, antioxidante, hipoglicemiante, adstringente, tônico, antiinflamatória (OLIVEIRA e SAITO, 1989; OLAJIDE <i>et al.</i> , 2004; BARBOSA-FILHO <i>et al.</i> , 2005; MENDONÇA <i>et al.</i> , 2005; MORAIS <i>et al.</i> , 2005; SILVA <i>et al.</i> , 2007; KAMATH e RAJINI, 2007; PORTO <i>et al.</i> , 2008)
Moraceae	<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul.	Inharé	Compostos fenólicos, terpenóides Furanocumarinas, bergapteno e psoraleno (VILEGAS <i>et al.</i> , 1993; VARANDA <i>et al.</i> , 2002; JACOMASSI <i>et al.</i> , 2007; ROCHA <i>et al.</i> , 2011)	Inflamações, depurativo, úlcera, gastrite	Antimicrobiana e atividade fotossensibilizante (SILVA <i>et al.</i> , 2012; POZETTI, 2005; LEÃO <i>et al.</i> , 2005)
Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> T.	Embaúba	Alcalóides, flavonóides, triterpenos e esteróides, catequinas (TANAE <i>et al.</i> , 2007; COSTA <i>et al.</i> , 2011)	Analgésico (Dor nos rins)	Expectorante, antitussígeno, antiasmático e hipoglicemiante, anti-hipertensiva (LORENZI e MATOS, 2002; CONSOLINI e MIGLIORI, 2005)
Caesalpinaceae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	Diterpenos, óleos essenciais, taninos, substâncias amargas, matérias resinosas e péclicas, amido e açúcares, xiloglucanas, galactomananas, oligossacarídeos e ácidos graxos (PANIZZA, 1997; NOGUEIRA <i>et al.</i> , 2001)	Dores, gastrite, infecção, anemia, fígado, dor nos nervos; inflamação	Anti-séptico, antiinflamatória (TEIXEIRA e MELO, 2006; JAYAPRAKASAM <i>et al.</i> , 2007)
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	Compostos terpênicos: genipacetol, genipamida e genipaol; manitol, taninos, metil-éteres, hidantoína, ácidos tânicos, iridoídes, antraquinonas e alcalóides. (REVILLA, 2001; CRONQUIST, 1981; ONO <i>et al.</i> , 2007; SOUZA <i>et al.</i> , 2013)	Diabetes	Repelente de insetos, gonorréia, adstringente, antiinflamatórias e antianêmicas, propriedades tônicas e febrífugas, enfermidades oftálmicas, purgativo, feridas escorbúticas, úlceras venéreas e faringites granulosas, antissifilica o e antidiarreico. (CORRÊA, 1984; DELPRETE <i>et al.</i> , 2005; VIEIRA, 2006; SOUZA <i>et al.</i> , 2013)

Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.	Aroeira	Chalconas diméricas saponinas, taninos e esteróides, catequinas, triterpenos, alcalóides e flavonóides (VIANA <i>et al.</i> , 1997; VIANA <i>et al.</i> , 2003; DANTAS, 2003).	Inflamações, garganta infecção de rins, cicatrizante, gastrite, diarréia, impurezas do sangue	Antiinflamatório, cicatrizante, antimicrobiana, inflamações e infecções genito-urinário, pele e sistema digestivo, Inflamações em geral (útero e ovários, gastrite, úlcera). (VIANA <i>et al.</i> , 1995; VIANA <i>et al.</i> , 2003; MONTEIRO <i>et al.</i> , 2006; OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2010; PINHO <i>et al.</i> , 2012)
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aublet	Negramina	Saponinas, taninos, catequinas, esteróides, triterpenos, depsídeos, depsinonas, azuleno, cumarinas, alcalóides e flavonóides, compostos não terpênicos. Metilcetonas, ácidos graxos, éteres, ésteres, compostos fenólicos, óleos essenciais e lignanas (FISCHER, 1999; FISCHER, 1997; FISCHER, 2005; VALENTINI <i>et al.</i> , 2010a; VALENTINI <i>et al.</i> , 2010b)	Febre, antiinflamatória, gripes e resfriados, bronquites, reumatismo, dores de cabeça, dores na coluna, contra piolho de galinha	Febre, hipertensão, doenças reumáticas e cólicas, dores na coluna, reumatismo e artrite, mordedura de serpentes, Inalação para dor de cabeça, poderes sobrenaturais, usadas para descarrego, analgésico, excitante, carminativo e contusões, vermes de animais domésticos, Dores musculares (FISCHER, 1997; SOUZA e FELFILI, 2006; ARJONA <i>et al.</i> 2007; ALVES <i>et al.</i> 2008; COELHO e SANTOS 2008; VALENTINI <i>et al.</i> , 2010B)
Mimosaceae	<i>Stryphnodendron</i> <i>obovatum</i> Benth.	Barbatimão	Inibidores de proteases, taninos, saponinas, inibidores de tripsina, alcalóides, terpenos, esteróides, estilbenos e flavonóides (OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2002; SOARES <i>et al.</i> , 2002a; PINHO <i>et al.</i> , 2012).	Cicatrizante, antibiótico natural	Antidiarréico e úlcera gástrica, atividade enzimática, cicatrizante, antioxidante e antifúngica (VASCONCELOS, 2004; SANCHES <i>et al.</i> , 2005)
Asteraceae	<i>Vernonia brasiliiana</i> (L.) Druce	Assa-peixe	Triterpenos, esteróides, sesquiterpenos e flavonóides (FILIZOLA, 2003; EMERENCIANO <i>et al.</i> , 2005; MAIA <i>et al.</i> , 2010)	Bronquite, gripe, pneumonia, tosse, câncer, úlcera	Anticâncer, antiinflamatória, antifúngica e antibactericida, Inibe atividade hemorrágica causada por veneno de serpente, laxativo, antitrombótica, abortiva, patologias respiratórias (FRUTUOSO, 1994; ANDRADE <i>et al.</i> , 2000; FORMISANO <i>et al.</i> , 2006; MAIA <i>et al.</i> , 2010)

## FITOQUÍMICA, PROSPECÇÃO DOS CONSTITUINTES E ATIVIDADE BIOLÓGICA

Os extratos etanólicos do cajuí - *Anacardium othonianum* Rizz. (1), inharé - *Brosimum gaudichaudii* Trécul. (2), jatobá - *Hymenaeae courbaril* L. (4), jenipapo - *Genipa americana* L. (5), aroeira - *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (6), negramina - *Siparuna guianensis* Aublet. (7), barbatimão - *Stryphnodendron obovatum* Benth. (8), assa peixe - *Vernonia brasiliiana* (L.) Druce (9) e o extrato metanólico de embaúba - *Cecropia pachystachya* T.(3) indicaram presença de diferentes grupos de metabólitos secundários e alguns constituintes, sugerindo biodisponibilidade de saponinas, fenóis, taninos, esteróides, triterpenos e flavonoides na maioria das espécies (Tabela 2).

**Tabela 2.** Triagem fitoquímica preliminar de extratos foliares de 9 espécies de plantas medicinais nativas do Cerrado e de uso popular pela comunidade do Assentamento Rural Vale Verde, Tocantins.

Grupo de metabólito secundário/constituente	Amostras								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Saponinas	-	+	+	+	+	+	+	-	-
Fenóis e Taninos	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Catequinas	+	+	+	-	-	+	+	-	-
Esteróides e Triterpenos	-	-	+	+	-	+	+	+	+
Cumarinas	-	-	+	-	-	-	+	+	-
Antraquinonas	-	+	+	-	+	-	-	-	-
Alcalóides*									
<b>(RB)</b>	-	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>(RD)</b>	-	-	-	+	-	-	+	-	-
<b>(RM)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flavonóides	+	+	+	+	+	+	+	+	+

\*Reativos Mayer (RM), Bouchardat (RB) e Dragendorff (RD); (+) Resultado positivo; (-) Resultado negativo

As amostras dos extratos etanólicos apresentaram os seguintes rendimentos (m/m) para as respectivas espécies estudadas: *A. othonianum* (11,5%), *B. gaudichaudii* (7,6%), *H. courbaril* (4,2%), *G. americana* (7,4%), *M. urundeuva* (12,4%), *S. guianensis* (9,6%), *S. obovatum* (3,6%), *V. brasiliiana* (6,2%). Para o extrato metanólico de *C. pachystachya* o rendimento foi de 8,2%.

A constatação das reações de caracterização fitoquímica dos extratos etanólicos e metanólico (Tabela 2) ocorreu pelas seguintes respostas: saponinas pela formação de espuma persistente e abundante; fenóis e taninos pela mudança na coloração, com a cor azul nos extratos etanólico de *M. urundeuva* e *S. obovatum* e cor verde nos extratos etanólicos e metanólico das demais espécies, com

formação de precipitado; catequinas, com o surgimento de cor vermelha; esteróides e triterpenos, por extração com clorofórmio, anidrido acético e ácido sulfúrico; cumarina pelo desenvolvimento de fluorescência azulada progressiva e forte na parte exposta da mancha; antraquinonas com precipitado de coloração vermelha; alcalóides, com aparecimento do precipitado laranja avermelhado para os reativos de Mayer e Bouchardat e do precipitado vermelho tijolo no Reativo de Dragendorff; e por fim flavonóides pelo aparecimento ou intensificação da cor vermelha no precipitado.

O resultado da prospecção fitoquímica preliminar dos grupos de metabólitos secundários e constituintes a partir dos extratos foliares de algumas espécies investigadas diferem daqueles descritos na literatura para flavonóides, positivo em *A. othonianum* assim como cumarina e antraquinona positivo para *C. pachystachya*, sem relatos na literatura consultada para as mesmas espécies, porém, para muitas espécies o resultado foi similar (Tabelas 1 e 2). Isto mostra que os fitoconstituintes do metabolismo secundário podem, para a mesma espécie, apresentar variações a partir das diferenças ambientais inerentes ao ecossistema (MATOS, 1997; LEITE, 2009). Esta questão assume relevância mediante necessidades de padronização das matérias primas vegetais medicinais visando a validação das plantas medicinais usadas localmente, o controle de fitoterápicos existentes e a qualidade assegurada para os novos, além do suporte para pesquisas envolvendo potenciais atividades biológicas. Conhecendo grupos de metabólitos secundários da flora medicinal em questão, mesmo que pela sua qualificação preliminar, tem-se no marcador químico um importante parâmetro de controle, o que não desconsidera a importância de estabelecer perfis de referência por meio da quantificação desses marcadores nas distintas localidades geográficas do nosso imenso território. Entretanto, discrepâncias de resultados ocorrem em comparações qualitativas e até mesmo quantitativas dos metabólitos secundários e isto se deve a aspectos relacionados ao solo, clima, coleta de material, temperatura e reagentes químicos utilizados (SILVA *et al.*, 2010).

De maneira geral, todas (9) as espécies sugerem potencialidade para atividade antimicrobiana devido aos constituintes fitoquímicos como saponinas, taninos, flavonóides, terpenóides e alcalóides (Okeke, 2001) e fenólicos, que podem estar associados com atividade antioxidante e antimicrobiana (SOUZA *et al.*, 2013).

Entende-se que a aplicação dos métodos qualitativos, como a prospecção fitoquímica preliminar, é relevante por possibilitar screening inicial de mais baixo custo (Matos, 1997) especialmente quando é ainda desconhecido o perfil fitoquímico de espécies medicinais potenciais pouco estudadas regionalmente e presentes em biomas de relevante interesse para conservação da biodiversidade.

Alguns constituintes químicos presentes nos extratos de plantas medicinais podem responder majoritariamente pela atividade biológica, embora sua forma de ação seja normalmente conjugada a determinada bioatividade. Portanto, é importante destacar suas principais propriedades biológicas e farmacológicas, sendo: saponinas, com atividade hemolítica, molusquicida, antiinflamatória, antifúngica, antibacteriana, antimicrobiana, antiparasitária, citotóxica e antitumoral, antiviral entre outras (Sparg *et al.*, 2004); compostos fenólicos, apresentando capacidade antioxidante de neutralizar a atividade de radicais livres gerados no organismo, com associações a diversas doenças crônico-degenerativas como diabetes, câncer e processos inflamatórios inibindo também o risco das doenças cardiovasculares (Rocha *et al.*, 2011); taninos, caracterizados como compostos fenólicos, apresentam atividade antioxidante e antinfeciosa, ação antibacteriana, antifúngica e antiprotozoária, na reparação de tecidos, regulação enzimática e protéica, estimulação das células fagocíticas e ação tumoral (Robbers *et al.*, 1997), em processos de cura de feridas como pequenas ulcerações, queimaduras e inflamações (Mello e Santos, 2001), em patologias estomacais (Haslam, 1989); catequinas pertencem a um grupo de polifenóis e apresentam uma série de atividades biológicas, antioxidantes, quimioprotetora, termogênicas, antiinflamatória e anticarcinogênica (Schmitz *et al.*, 2005); esteróides, envolvidos no desenvolvimento e no controle do sistema reprodutor humano, funcionando como cardiotônicos, precursores de vitamina D, anticoncepcionais orais, agentes antiinflamatórios e agentes anabolizantes (Robbers *et al.*, 1997); triterpenos, grupo mais importante de terpenóides, é reconhecido pelos efeitos antiinflamatórios, analgésicos, cardiovasculares e antitumorais (Ikeda *et al.*, 2008); cumarinas, utilizadas no tratamento de doenças de pele, como psoríase, dermatoses, vitiligo e alguns compostos possuem efeito anticoagulante assim como os compostos antraquinônicos, usados devido a importante ação laxativa (Leite, 2009); alcalóides, bastante conhecido devido a atividades farmacológicas marcantes como a morfina e a tubocurarina, sendo princípio ativo de importante anestésico atual (Cunha e Filho, 2009); os flavonóides, com atividade antioxidante, antiproliferativa e antiinflamatória (Muschietti e Martino, 2009), antiulcerogênica e antimicrobiana (Pinto *et al.*, 2000), antialérgica, hepatoprotetora, antitrombica, antiviral e anticarcinogênica (MIDDLETON JUNIOR *et al.*, 2000).

Os resultados da triagem fitoquímica realizada no extrato etanólico de *A. otbonianum* (cajuzinho-do-cerrado ou cajuí) indicou presença de saponinas, fenóis e taninos (Tabela 2) sendo estas substâncias também encontradas em espécies da família Anacardiaceae (SANT'ANNA-SANTOS *et al.*, 2006; ROCHA *et al.*, 2011). O constituinte químico catequina, observada no extrato metanólico da castanha-de-caju, pode ser indicativo da presença de compostos fenólicos (Trox *et al.*, 2011) e assim

sinaliza potencial para atividade antioxidante (SOARES *et al.*, 2002b; KAMATH e RAJINI, 2007). Esta propriedade antioxidante atua no sistema biológico por meio da neutralização dos radicais livres gerados no organismo, o que justifica a indicação de ação contra o câncer e doenças cardiovasculares (SOARES *et al.*, 2002b). Chaves *et al.* (2010) sugerem que os extratos etanólicos, sobretudo o da casca do caule de *A. occidentale* poderá ser uma alternativa como aditivo em alimentos e preparações farmacêuticas e cosméticas em substituição aos antioxidantes sintéticos tóxicos devido à presença da catequina e epicatequina. O trabalho realizado por Silva *et al.* (2007) com o extrato hidroalcolólico da casca do caule da espécie *A. occidentale* apresentou atividade antimicrobiana devido a presença de taninos (compostos polifenólicos) e alcalóides. Esses estudos reforçam os resultados dessa triagem fitoquímica, exceto para alcalóides, ausente no extrato desta espécie (Tabela 1 e 2). Estas repostas são sugestivas de potencialidade no extrato para atividade hemolítica, antimicrobiana e anti-inflamatória e assim apresentando correspondência tanto com a indicação de uso pela Comunidade rural Vale Verde quanto àquelas já preconizadas na literatura (Tabela 1).

Os resultados obtidos na triagem do extrato etanólico de *B. gaudichaudii* (inharé) sugerem a presença de saponinas, catequinas, antraquinonas, alcalóides e flavonóides (Tabela 2). Plantas que apresentam saponinas são citadas com determinadas ações farmacológicas, tais como antinflamatória, larvicida, hipocolesterolemiantes, expectorante, ventrópica, moluscicida e cicatrizante (LOPES *et al.*, 2011). A presença de compostos fenólicos na planta, sejam fenóis simples, ácidos fenólicos, cumarinas, flavonoides, estilbenos, taninos condensados e hidrolisáveis, lignanas e ligninas (Souza *et al.*, 2007) sugerem que o extrato tem potencial atividade antinflamatória, justificando o uso popular dessa espécie, com comprovação na literatura (Tabela 1). A atividade antifúngica sobre leveduras do gênero *Cândida*, isoladas da mucosa vaginal, foi testada em concentração de 200mg de extrato bruto de *B. gaudichaudii*, com confirmação positiva do resultado (SILVA *et al.*, 2012). As cumarinas já foram isoladas a partir de extratos etanólicos dessa espécie, com identificação de constituintes específicos como o psoraleno e derivados apresentando ação contra micoses, urticária, psoríases, alopecia areata, herpes simples, parasitoses humanas e animais, além de outras dermatoses (POZZETTI, 2005). Existem poucas pesquisas relativas às demais espécies envolvidas neste estudo, voltados para abordagem fitoquímica e verificação da atividade biológica dos seus constituintes fitoquímicos.

No extrato metanólico das folhas de *C. pachystachya* (embaúba) observou-se resultados (Tabela 2) similares àqueles descritos na literatura quanto a presença dos fitoconstituintes do metabolismo secundário (Tabela 1). Assim, os alcalóides, flavonóides, triterpenos e esteróides, além das catequinas detectados neste estudo (Tabela 3), corroboram com os descritos com espécies do gênero *Cecropia*

(TANAE *et al.*, 2007). Em estudos voltados para quantificação de compostos fenólicos majoritários foi identificado que os flavonóides (ácido clorogênico, isoorientina, orientina e isovitexina) estão presentes no extrato metanólico foliar de *C. pachystachya*, sendo a isoorientina o constituinte específico principal e em maior quantidade, com indicação para marcador químico para a espécie (COSTA *et al.*, 2011). As indicações terapêuticas populares dessa espécie são para asma, pressão alta, inflamação e diurético, com bastante limitação de conhecimento por parte da comunidade rural do assentamento em questão, mencionando apenas a terapia para dores renais, em relação às suas demais finalidades e atividades biológicas já estudadas cientificamente (Tabela 1), o que requer mais ações de educação em saúde no campo visando a popularização do uso de plantas medicinais, porém, acompanhada de uma sensibilização quanto a segurança e eficácia. Em estudos anteriores há comprovação da ação hipotensiva e efeitos no sistema central nervoso, incluindo atividades ansiolíticas e antidepressivas, sugerindo alguma relação com flavonóides e catequinas como constituintes já confirmados na literatura para esta espécie.

O extrato etanólico de *H. courbaril* (jatobá) apresentou grupos de metabólitos secundários (Tabela 2) que, de maneira geral, sinalizam para atividades biológicas anti-inflamatórias (triterpenos), antimicrobianas (flavonóides; fenóis e taninos). A presença de esteróides e triterpenóides foi confirmada por outros autores como Nogueira *et al.* (2001) através do estudo com extrato de acetato de etila das cascas e da resina do tronco dessa espécie e detectaram a presença de diterpenos. Terpenóides, isolados dos frutos em estudos com a mesma espécie, apresentaram considerável atividade anti-inflamatória através da inibição das enzimas ciclooxigenases (JAYAPRAKASAM *et al.*, 2007). Gonçalves *et al.* (2005) verificaram que *H. courbaril* apresenta atividade antimicrobiana contra *Proteus mirabilis* e *Staphylococcus aureus*. Fernandes *et al.* (2005) descreveram que o extrato da entrecasca, o extrato hidroalcolico, as soluções aquosas dos extratos e a seiva liofilizada de *H. courbaril*, apresentam atividade antimicrobiana contra *Bacillus stearothermophilus*, *Escherichia coli*, *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus aureus*. Taninos apresentam um efeito adstringente no trato gastrointestinal, o que os torna úteis para o tratamento de diarreia e outras patologias estomacais (HASLAM, 1989). As indicações farmacológicas mencionadas justificam o uso dessa planta medicinal para as finalidades terapêuticas indicadas pela comunidade rural do Vale Verde e algumas indicações da literatura (Figura 1). Entretanto, a indicação popular local direciona o uso dessa espécie medicinal para anemia o que possivelmente esteja associado alguma ação dos esteróides, por ser precursor de vitamina D (Robbers *et al.*, 1997) assim como usa as folhas dessa planta para tratamentos de problemas no fígado podendo esta indicação ter

fundamentação a partir da contribuição da ação hepatoprotetora dos alcalóides (MIDDLETON JUNIOR *et al.*, 2000).

A triagem fitoquímica a partir do extrato etanólico da espécie *G. americana* (Jenipapo) indicou presença de taninos e fenóis, alcalóides, saponinas, esteróides e triterpenos (Tabela 3). Há registros na literatura em relação a três compostos terpênicos chamados de genipacetal, genipamida e genipaol (Ono *et al.*, 2007) e substâncias químicas como manitol, taninos, metil-éteres, hidantoína (REVILLA, 2001). Os compostos orgânicos monoterpênicos, como iridóides, ocorrem exclusivamente na subclasse Asteridae, na qual a família Rubiaceae se encontra, apresentando diversas atividades farmacológicas, entre elas a antimicrobiana, a diurética, a laxativa e a citotóxica (BRUNETON, 2001). Além dos iridóides, há a presença de antraquinonas e vários tipos de alcalóides, principalmente os indólicos (CRONQUIST, 1981), o que justifica o resultado positivo para alcalóides com a referida espécie. O uso dessa espécie a partir da folhas na forma de decocção para tratamento da diabetes foi relatado por uma comunidade município de Cujubim, Rondônia (Santos e Lima, 2009), indicação também citada pela comunidade do Assentamento Vale Verde (Figura 1), o que sugere estudos farmacológicos in vivo sejam realizados para validação ou não dessa indicação popular.

A espécie *M. urundeuva* (aroeira) mostrou por meio da prospecção do seu extrato etanólico a presença de alcalóides, fenóis e taninos (Tabela 2) que no Nordeste do Brasil, Estado do Ceará, é de uso popular a entrecasca desta planta da família Anacardiaceae justificando atividade antiinflamatória e cicatrizante para afecções ginecológicas e ferimentos cutâneos (VIANA *et al.*, 1995). Os fenóis possuem ação em processos inflamatórios (Rocha *et al.*, 2011) e os taninos atuam em processos de cura de feridas, queimaduras e inflamações (MELLO e SANTOS, 2001). Isto justifica o uso popular dessa espécie com comprovação na literatura (Tabela 1). Estudos com os extratos dos brotos e renovos do caule dessa espécie permitiram comprovar a existência de taninos com ação analgésica e antiinflamatória (VIANA *et al.*, 1997). Estes dados encontrados na literatura corroboram com os obtidos nesta pesquisa, sendo positivo para taninos. As catequinas e saponinas são outros constituintes que foram encontrados nesta espécie e que apresentam uma série de atividades biológicas, dentre elas, ambas tem atividade antiinflamatória (Sparg *et al.*, 2004; Schmitz *et al.*, 2005) e as saponinas tem, ainda, atividade antimicrobiana (Sparg *et al.*, 2004), entre outras, mostrando que as indicações da comunidade para inflamações e gastrite estão de acordo com a literatura para a espécie e constituintes químicos. Em estudo com intuito de investigar o potencial fitoterápico de espécies da Mata Atlântica e Cerrado brasileiro observou por meio do rastreamento fitoquímico a presença de flavonóides, saponinas, taninos e taninos caquéticos, que possuem propriedades antimicrobianas

(PINHO *et al.*, 2012). As indicações populares e reveladas na literatura apresentam correspondência para a atividade biológica devido também a presença de saponinas e taninos, identificados na triagem em questão (Figuras 1 e 2).

O resultado da triagem fitoquímica (Figura 2) do extrato etanólico de *S. guianensis* (negramina) foi similar àqueles encontrados por Valentini *et al.* (2010a), sendo positivos para alcalóides e terpenos e por Fischer (1997) no que se refere aos alcalóides, fenóis, taninos e flavonóides, contudo, houve também positividade para cumarina. Este é um constituinte também muito importante para saúde humana devido a sua ação de anticoagulante. Os sesquiterpenos foram os constituintes químicos majoritários encontrados na composição volátil extraídas das folhas dessa espécie (Valentini *et al.*, 2010a), explicando a potencialidade do óleo essencial (Porto, 2008) para controle de alguns insetos vetores de doenças, o que sugere ampliação dos estudos nesta linha de pesquisa usando extratos foliares frescos ou óleo essencial das plantas desta espécie. O resultado positivo verificado para presença de saponinas (Tabela 2) contraria os resultados de Fischer (1997), ao verificar negatividade para saponinas, embora tenha observado halo de espuma abundante não permanecendo após agitação imediata. Isto mostra que as reações empregadas na abordagem fitoquímica constituem um indicativo de presença dos componentes pesquisados e, algumas delas, podem não apresentar especificidade suficiente. A presença dos constituintes químicos referidos para esta espécie permite inferir que as indicações populares e a maioria das indicações encontradas na literatura (Tabela 1) sinalizam a atividade biológica correspondente as indicações da comunidade. Fischer *et al.* (2005) mencionam que óleos extraídos de amostras dessa espécie de duas regiões da Amazônia e uma do Panamá possuíam, como maior componente, os sesquiterpenos, enquanto que nas espécies do cerrado eram as metilcetonas e ácidos graxos, o que sinaliza para necessidades relacionadas também para identificação de quimiotipos por biomas brasileiros, possibilitando maior controle sobre a qualidade da matéria prima para fitoterápicos, como preconiza Vilegas *et al.* (2009).

Observou-se no extrato etanólico de *S. obovatum* (Barbatimão) positividade para saponinas, taninos e fenóis, esteróides e triterpenos, alcalóides e flavonóides (Tabela 2), confirmados na literatura com espécies vegetais da família Leguminosae. Os estudos já realizados demonstram a presença de inibidores de proteases, taninos, saponinas, inibidores de tripsina, alcalóides, terpenos, esteróides, estilbenos e flavonóides (OLIVEIRA *et al.*, 2002; SOARES *et al.*, 2002b). O potencial fitoterápico de barbatimão foi observado através do rastreamento fitoquímico para presença de esteróides, fenóis simples, flavonóides, saponinas e taninos, com verificação também de atividade antibacteriana de hidroalcoólicos de folhas frente a *Staphylococcus aureus* demonstrando atividade antimicrobiana

utilizando as folhas da espécie (PINHO *et al.*, 2012). Esta atividade foi confirmada também a partir de estudos fitoquímicos com cascas, raízes e sementes (ARDISSON *et al.*, 2002; VASCONCELOS *et al.*, 2004). As saponinas possuem atividade, antiinflamatória, antifúngica, antibacteriana, antimicrobiana, antiparasitária (Sparg *et al.*, 2004), taninos tem ação antibacteriana, atividade antioxidante, ação fungicida, na reparação de tecidos, regulação enzimática em processos de cura de feridas (Mello e Santos, 2001) e em patologias estomacais (Haslam, 1989), fenóis e flavonóides tem atividade antioxidante (MUSCHIETTI e MARTINO, 2009; ROCHA *et al.*, 2011). Isso justifica as indicações descritas na literatura para a espécie que são atividade enzimática, úlcera gástrica, cicatrizante, antioxidante e antifúngica, no entanto, apenas para o uso como cicatrizante está de acordo com o indicado na comunidade (Tabela 1).

A espécie *V. brasiliana* (assa-peixe) apresenta atividades biológicas antifúngica, antibacteriana (Oliveira *et al.*, 2007; Bastos *et al.*, 2008) decorrentes possivelmente da contribuição de triterpenos, já isolados também em extratos etanólicos desta espécie (FILIZOLA, 2003). Sua ação antimutagênica (Nogueira, 2006) poderá ter associação com compostos fenólicos presentes, como os flavonóides, apresentando capacidade antioxidante e de neutralizar a atividade de radicais livres gerados no organismo, que estão associados a diversas doenças crônico-degenerativas (ROCHA *et al.*, 2011). Compostos bioativos como lactonas sesquiterpênicas com propriedades anticâncer e antipasmódica, glicosídeos esteroidais com atividade anti-inflamatória e sesquiterpenoides citotóxicos têm sido isolados de plantas do gênero *Vernonia* (MAIA *et al.*, 2010). Os triterpenos, esteróides, flavonóides e os fenóis foram constituintes encontrados no extrato dessa espécie (Tabela 2), justificando as indicações medicinais empíricas da comunidade para patologias respiratórias, úlcera e câncer, respectivamente, conforme também indicado na literatura (Tabela 1). Estudos feitos com outras espécies desta mesma família Asteraceae sugeriram os flavonóides como marcador quimiotaxonômico (EMERENCIANO *et al.*, 2005).

Os testes fitoquímicos realizados nos extratos revelaram a presença de vários grupos de metabólitos secundários que podem contribuir para a identificação de marcadores químicos para as espécies estudadas, sendo estes indispensáveis para os testes de qualidade e integridade de fitoterápicos, conforme preconiza a Resolução - RDC n. 14/2010 - da Agencia Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA, ao Ministério da Saúde (ANVISA, 2010). Estas substâncias marcadoras características tornam a matéria prima mais conhecida, sendo fator importante para padronização de fitoterápicos, especialmente mediante a grande variabilidade química das plantas medicinais (VILEGAS *et al.*, 2009). Nesta perspectiva se tem melhorias no controle farmacognóstico dessas

espécies, evitando a adulteração e uso inadequado dessas plantas medicinais pelas. Estas informações são inéditas no Tocantins sendo relevante no âmbito do Cerrado, bioma prioritário para conservação da biodiversidade, visto a possibilidade de futuramente verificar atividades biológicas *in vitro* dessas espécies, direcionadas pela presença de grupos de metabólitos secundários de interesse.

## CONCLUSÃO

As indicações terapêuticas empíricas, informadas pela comunidade rural, sinalizaram para a ação biológica e farmacológica dos constituintes fitoquímicos presentes nos extratos das plantas estudadas. As espécies já foram estudadas isoladamente em investigações anteriores, porém, a abordagem ora apresentada constitui-se acervo complementar sobre um grupo de plantas medicinais nativas consideradas potenciais para novos estudos e ainda não investigadas para algumas finalidades de relevante interesse social e ecológico, como doenças endêmicas negligenciadas, ainda persistentes na região norte do País, inclusive no estado do Tocantins, e aplicações no âmbito da agroecologia.

As informações direcionam estudos futuros para verificação da atividade biológica dessas plantas com base na presença dos constituintes fitoquímicos relevantes, como compostos fenólicos, flavonoídicos e terpenos com potencial antimicrobiano, antioxidante e controle de insetos. Revela informações inéditas no âmbito do Estado do Tocantins, localizado no Bioma Cerrado considerado um dos últimos “hotspot” mundiais, sendo prioritário para conservação da biodiversidade.

O resultado positivo dos testes fitoquímicos realizados nos extratos de espécies medicinais, presentes na flora nativa do Tocantins, Estado localizado ao centro do País e estratégico para escoamento de recursos produtivos como matéria prima medicinal, sinalizam para possíveis marcadores químicos para as espécies estudadas e amplia o conhecimento da flora medicinal de Áreas de Reserva Legal, importantes de conservação em assentamentos rurais. Estes marcadores são indispensáveis para validação das plantas medicinais, usos populares mais seguro e para testes de qualidade e integridade de fitoterápicos, possibilitando melhor controle farmacognóstico dessas espécies.

## REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução de Diretoria Colegiada -RDC nº14, de 31 de março de 2010**. Dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília - DF, 5 abr. 2010. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/e-legis>. Acesso em: mai de 2012.
- ANDRADE, B.S.B. *et al.* **Plantas medicinais e tóxicas**. In: III SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL, 2000, Corumbá. Anais... Corumbá, 2000.
- ALBUQUERQUE, U.P; HANAZAKI, N. As pesquisas etnodirigidas na descoberta de novos fármacos de interesse médico e farmacêutico: fragilidades e perspectivas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.16, p.678-689, 2006.
- ALVES, E. O. *et al.* Levantamento etnobotânico e caracterização de plantas medicinais em fragmentos florestais de Dourados-MS. **Ciência agrotecnológica**, Lavras, v.32, n.2, p.651-658, 2008.
- ARJONA, F.B.S *et al.* Aspectos etnobotânicos e biogeografia de espécies medicinais e/ou rituais comercializadas no mercado de madureira, RJ. **Caminhos de Geografia**, v.8, n.23, p.41-50, 2007.
- ARDISSON, L. *et al.* Preparação e caracterização de extratos glicólicos enriquecidos em taninos a partir das cascas de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Barbatimão). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 12, n.1, p. 27-34, 2002.
- BARBOSA-FILHO, J.M. *et al.* Plants and their active constituents from South, Central, and North America with hypoglycemic activity. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 4, p. 392-413, 2005.
- BASTOS, E.M.A.F. *et al.* In vitro study of the antimicrobial activity of Brazilian propolis against *Paenibacillus* larvae. **Journal of Invertebrate Pathology**, n.97, p.273-281, 2008.
- BRAGA, F.C de. **Pesquisa Fitoquímica**. In: Leite, J.P.V. Fitoterapia: bases científicas e tecnológicas. 1. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2009, 328p.
- BRUNETON, J. **Farmacognosia**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 2001. p.543-721.
- CHAVES, M.H. *et al.* Fenóis totais, atividade antioxidante e constituintes químicos de extratos de *Anacardium occidentale* L., Anacardiaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 1, p. 106-112, 2010.
- COELHO, F. B. R; SANTOS, M. G. Plantas medicinais utilizadas pela comunidade de Mumbuca Jalapão-TO: Um estudo etnofarmacológico. 2008. **Pesquisa e Conservação do Cerrado**. Porto Nacional. ([www.pequi.org.br/Coelho\\_&\\_Santos.pdf](http://www.pequi.org.br/Coelho_&_Santos.pdf)). Acesso em: 05 de Mar. 2011.
- CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivada**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/IBDF, BR. 4, 1984. p.765.
- CORRÊA, J.C.R.; SALGADO, H.R.N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.13, n.4, p.500-506, 2011.
- COSTA, G. M. *et al.* An HPLC-DAD method to quantification of main phenolic compounds from leaves of *Cecropia* Species. **Journal Brazil Chemical Society**, São Paulo, v. 22, n. 6, jun. 2011.
- CONSOLINI, A.E.; MIGLIORI, G.N. Cardiovascular effects of the South American medicinal plant *Cecropia pachystachya* (ambay) on rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v.96, p.417-422, 2005.

CUNHA, E. V. L.; BARBOSA FILHO, J.M. **Alcalóides derivados do núcleo isoquinolínico**. In: YUNES, R.A.; CECHINEL FILHO, V. Química de produtos naturais, novos fármacos e a moderna farmacognosia. 2 ed. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, 2009. p.281 - 319.

DANTAS, J. D. P. **Contribuição científica à medicina tradicional dos Tapebas do Ceará: *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl. – (aroeira-do-sertão)**. 2003. 37p. Monografia (Graduação, Universidade Estadual do Ceará), Ceará, Fortaleza.

DELPRETE, P. G.; SMITH, L. B.; KLEIN, R. M. **Flora ilustrada catarinense: Rubiaceas**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, v.2, p.842, 2005.

EMERENCIANO, V.P. *et al.* Gênero Baccharis (Asteraceae): aspectos químicos, econômicos e biológicos. In: VERDI, L.G; BRIGHENTE, I.M.C; PIZZOLLATTI, M.G, **Química Nova**, v.28, n.1, p.85-94, 2005.

FILIZOLA, L.R.S. **Estudo Farmacognóstico de Vernonia Brasiliana (L) Druce (Asteraceae) e determinação de sua atividade Biológica**. 2003. 104 p. Dissertação (Mestrado – Área de Concentração em Ciências Farmacêuticas) - Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

FISCHER, D.C.H. **Caracterização farmacológica da droga e do extrato fluido de limoeiro-bravo – *Siparuna apiosyce* (Martius) A.** 1997. 235p. Dissertação (Mestrado, Universidade de São Paulo) São Paulo.

FISCHER, D.C.H. *et al.* Essential oils from fruits and leaves of Siparuna guianensis (Aubl.) Tulasne from Southeastern Brazil. **Journal of Essential Oil Research**, v.17, n.1, p.101-4, 2005.

FISCHER, D.C.H., GONÇALVES, M.I., OLIVEIRA, F., ALVARENGA, M.A. Components of Siparuna apiosyce. **Fitoterapia**. Milano, v.70, n.3, p.322-323, 1999.

FOGLIO, M.A *et al.* Plantas Medicinais como Fonte de Recursos Terapêuticos: Um Modelo Multidisciplinar. 2006. In: Construindo a História dos Produtos Naturais. **MultiCiência**. CPQBA/UNICAMP. Disponível em: [http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos\\_07/a\\_04\\_7.pdf](http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_07/a_04_7.pdf). Acesso em: 12 de mai de 2012.

FORMISANO, C. *et al.* Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Phlomis ferruginea Ten. (Lamiaceae) growing wild in Southern Italy. **Flavour Fragrance Journal**, v.21, p.848-851, 2006.

FRUTUOSO, V.S. *et al.* Analgesic and anti-ulcerogenic effects of a polar extract from leaves of Vernonia condensata. **Plant Medicinal**, v.60, n.1, p. 21-25, 1994.

GONÇALVES, A.L. *et al.* Estudo comparativo da atividade antimicrobiana de extratos de algumas árvores nativas. **Inst. Biol. São Paulo**. v.72, n.3, p.353-358, 2005.

GUARIM-NETO, G.; MORAIS, R.G. Recursos medicinais de espécies do cerrado de Mato Grosso: um estudo bibliográfico. **Acta Botanica Brasilica**, v.17, n.4, p.561-584, 2003.

HASLAM, E. **Plant Polyphenols, Vegetable Tannins Revisited**. Cambridge University Press, Cambridge, 1989. 230p.

IKEDA, Y.; MURAKAMI, A.; OHIGASHI, H. Ursolic acid: na anti- and pro-inflammatory triterpenoid. **Molecular Nutrition & Food Research**, v.52, p. 26-42, 2008.

JACOMASSI, E. *et al.* Morfoanatomia e histoquímica de Brosimum gaudichaudii Trécul (Moraceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 2, n. 3, p. 575-597, 2007.

JAYAPRAKASAM, B. *et al.* Terpenoids from Stinking toe (Hymenaeae courbaril) fruits with cyclooxygenase and lipid peroxidation inhibitory activities. **Food Chemistry**, v.105 p.485-490, 2007.

KAMATH, V.; RAJINI, P. S. The efficiency of cashew-nut (*Anacardium occidentale* L.) skin extract as a free radical scavenger. **Food Chemistry**, v. 103, n. 2, p. 428-433, 2007.

LEITE, J.P.V. **Química dos produtos naturais**: Uma abordagem Biossintética. In: Leite, J.P.V. Fitoterapia: bases científicas e tecnológicas. 1. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2009, 328p.

LEÃO, A. R. *et al.* Avaliação clínica toxicológica preliminar de Viticromin® em pacientes com vitiligo. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 2, n. 1, p.15-23, 2005.

LOPES, T. C. da, L. *et al.* Avaliação moluscicida e perfil fitoquímico das folhas de Caryocar brasiliense Camb. **Cad. Pesq.**, São Luís, v. 18, n. 3, p.23-30, 2011.

LÓPEZ, C.A.A. Considerações gerais sobre plantas medicinais. **Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, v.1, p.19-27, 2006.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais do Brasil**: nativas e exóticas cultivadas. 4.ed. Nova Odessa-SP: Instituto Plantarum, 2002, 512p.

MAIA, A.I.V. *et al.* Óleos essenciais das folhas de Vernonia Remotiflora e Vernonia Brasiliana: composição química e atividade biológica. **Química Nova**, v.33, n.3, p.584-586, 2010.

MATOS, F.J. A. **Introdução à Fitoquímica Experimental**. 2. ed. Fortaleza: Edições UFC, 1997, 141p.

MELLO, J. C.P.; SANTOS, S. C. **Taninos**. In: SIMÕES, C.M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 3 ed. Porto Alegre: Ed.UFRGS/Ed.UFSC, 2001. cap. 24, p.517-543.

MENDES, L.P.M. *et al.* Atividade Antimicrobiana de Extratos Etanólicos de Peperomia pellucida e Portulaca pilosa. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v.32, n.1, p.121-125, 2011.

MENDONÇA, F.A.C. *et al.* Activities of some Brazilian plants against larvae of the mosquito Aedes aegypti. **Fitoterapia**, v.76, p.629-636, 2005.

MIDDLETON JUNIOR, E. *et al.* The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer. **Pharmacol Rev**, v. 52, n. 4, p. 673-751, 2000.

MIRANDA, G.S. *et al.* Atividade antibacteriana in vitro de quatro espécies vegetais em diferentes graduações alcoólicas. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.15, n.1, p.104-111, 2013.

MORAIS, S.M. *et al.* Plantas medicinais usadas pelos índios Tapebas do Ceará. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.15, n.2, p.169-177, 2005.

MONTEIRO, J.M. *et al.* The effects of seasonal climate changes in the Caatinga on tannin levels in Myracrodruon urundeuva (Engl.) Fr. All. and Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v.16, p.338-344, 2006.

MUSCHIETTI, L.V.; MARTINO, V.S. **Atividades biológicas dos flavonóides naturais**. In: YUNES, R.A.; CECHINEL FILHO, V. Química de produtos naturais, novos fármacos e a moderna farmacognosia. 2 ed. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, 2009. p.189-218.

NOGUEIRA, R.T. *et al.* Clerodane-type diterpenes from the seed pods of Hymenaea courbaril var. stilbocarpa. **Phytochemistry**, v.58, n.8, p.1153-1157, 2001.

NOGUEIRA, M. E. I. *et al.* Investigation of genotoxic and antigenotoxic activities of Melampodium divaricatum in Salmonella typhimurium. **Toxicology in vitro**, v.20, p.361-366, 2006.

- OKEKE, M.I *et al.* Evaluation of extracts of the root of *Landolphia owerrience* for antibacterial activity. **Journal Ethnopharmacol**, v.78, p.119–127, 2001.
- OLAJIDE, O.A. *et al.* Effects of *Anacardium occidentale* stem bark extract on in vivo inflammatory models. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 95, p. 139-142, 2004.
- OLIVEIRA, F.C.S; BARROS, R.F.M; MOITA NETO, J.M. Plantas medicinais utilizadas em comunidades rurais de Oeiras, semiárido piauiense. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**,v.12, n.3, p.282-301, 2010.
- OLIVEIRA, D.G. *et al.* Antimycobacterial activity of some Brazilian indigenous medicinal drinks. **Journal of Basic and Applied Pharmaceutical Sciences**, v.28, n.2, p.165-169, 2007.
- OLIVEIRA, L.G. *et al.* Inibidores de proteases encontrados em sementes de *Caesalpinia echinata* (pau-brasil) – isolamento e caracterização do inibidor de tripsina. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.12, p.72-74, 2002.
- ONO, M. *et al.* Three new monoterpenoids from the fruit of *Genipa americana*. **Chemical Pharmaceutical Bulletin**, v55, n.4, p.632-634, 2007.
- OLIVEIRA, F.; SAITO, M. L. Alguns vegetais brasileiros empregados no tratamento da diabetes. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 2, n. 4, p. 170-196, 1989.
- PANIZZA, S. **Plantas que curam: cheiro de mato**. 15 ed. São Paulo: IBRASA. p.279, 1997.
- PÉREZ-GUERRERO, C. *et al.* A pharmacological study of *Cecropia obtusifolia* si Bertol aqueous extract. **Journal of Ethnopharmacology**, p.76, n.3, p.279-284, 2001.
- PINTO, A.S *et al.* Flavonóides. **Biotecnologia & desenvolvimento**. n.17. p.18-22, 2000.
- PINHO, L. *et al.* Atividade antimicrobiana de extratos hidroalcoolicos das folhas de alecrim-pimenta, aroeira, barbatimão, erva baleeira e do farelo da casca de pequi. **Ciência Rural**, v.42, n.2, p.326-331, 2012.
- Instituto de Colonização e Reforma Agrária – INCRA. Instituto de Desenvolvimento Rural do Estado do Tocantins – RURALTINS. **Plano de Desenvolvimento do Assentamento Vale Verde**. 2004. 75p. Documentos.
- PORTO, K.R.A. *et al.* Atividade larvicida do óleo de *Anacardium humile* Saint Hil sobre *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae). **Revista da sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.41, p.586-589, 2008.
- POZETTI, G.L. *Brosimum gaudichaudii* Trecul (Moraceae): da planta ao medicamento. **Revista de ciências farmacêuticas básica e aplicada**. v.6. n.3. p.159-166. 2005.
- REVILLA, J. **Plantas da Amazônia: oportunidades econômicas e sustentáveis**. 2. ed. Manaus: Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnologia. p.405. 2001.
- ROBBERS, J.E.; SPEEDIE, M.K.; TYLER, V.E. **Farmacognosia e Farmacobiotechnologia**, 1. ed. São Paulo: Editorial premier, 1997. 372p.
- ROCHA, W. S. *et al.* Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, 2011.
- RODRIGUES, V.E.G.; CARVALHO, D.A. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio do cerrado na região do Alto Rio Grande – Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.1, p.102-123, 2001.
- SANTOS, M.R.A.; LIMA, M.R. Levantamento dos recursos vegetais utilizados como fitoterápicos no município de Cujubim, Rondônia, Brasil. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 1 ed., Embrapa Rondônia, 2009. Disponível

em: [http://www.cpafro.embrapa.br/media/arquivos/publicacoes/62\\_recursosvegetais\\_fitoterapia.pdf](http://www.cpafro.embrapa.br/media/arquivos/publicacoes/62_recursosvegetais_fitoterapia.pdf). Acesso em: 15 de abr 2013.

SANCHES, A.C.C. *et al.* Antioxidant and antifungal activities of extracts and condensed tannins from *Stryphnodendron obovatum* Benth. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.41, n.1, p.101-107, 2005.

SANT'ANNA-SANTOS, B. F. *et al.* Anatomia e histoquímica das estruturas secretoras do caule de *Spondias dulcis* Forst. F. (Anacardiaceae), **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.3, p.481-489, 2006.

SCHIMITZ, W. *et al.* O chá verde e suas ações como quimioprotetor. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 119-130, jul./dez. 2005.

SILVA, J.G. *et al.* Atividade antimicrobiana do extrato de *Anacardium occidentale* L. em amostras multiresistentes de *Staphylococcus aureus*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.17, n.4, p. 572-577, 2007.

SILVA, N.L.A. *et al.* Triagem fitoquímica de Plantas do Cerrado da Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão. **Scientia Plena**, v.6, n.2, p.1-17, 2010.

SILVA, S. M. F. Q. *et al.* Atividade in vitro de extratos brutos de duas espécies vegetais do cerrado sobre leveduras do gênero *Candida*. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, jun. p.1649-1656. 2012.

SIMÕES, C.M.O. *et al.* **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFSC, 2004. 1102p.

SOARES, J.D.A.H. *et al.* Atividade tripanocida in vivo de *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão verdadeiro) e *Caryocar brasiliense* (pequi). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.12, p.01-02, 2002a.

SOARES, S.E. *et al.* Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, v.15, n.1, p.71-81, 2002b.

SOUZA, J.N.S. *et al.* Identification and antioxidant activity of several flavonoids of *Inga edulis* leaves. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.18, p.1276-1280. 2007.

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

SOUZA, R.K.D.; MENDONÇA, A.C.A. M.; SILVA, M. A. P. Aspectos etnobotânicos, fitoquímicos e farmacológicos de espécies de Rubiaceae no Brasil. **Revista Cubana de Plantas Mediciniais**, v.18, n.1, p.140-156, 2013.

SOUZA, J.N.P. *et al.* Bioprospecção das atividades antioxidante e antimicrobiana de espécies vegetais medicinais coletadas em Ouro Preto-MG. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Vol. X, n.1, p.01 - 15, 2013.

SPARG, S.G.; LIGHAT, M.E.; VAN STADEN, J. Biological activities and distribution of plant saponins. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 94, n. 2-3, p. 219-243, 2004.

TANAE, M.M. *et al.* Chemical standardization of the aqueous extract of *Cecropia glaziovii* Sneth endowed with antihypertensive, bronchodilator, antiacid secretion and antidepressant-like activities. **Phytomedicine**, v.14, p.309-313, 2007.

TEIXEIRA, S.A.; MELO, J.I.M. Plantas medicinais utilizadas no município de Jupi, Pernambuco, Brasil. **IHERINGIA**, Série Botânica, Porto Alegre, v.61, n.1-2, p.5-11, 2006.

TROX *et al.* Catechin and epicatechin in testa and their association with bioactive compounds in kernels of cashew nut (*Anacardium occidentale* L.). **Food Chemistry**, v. 128, Issue 4, 15, p. 1094-1099, 2011.

VALENTINI, C.M.A *et al.* Variação anual do rendimento e composição química dos componentes voláteis da Siparuna guianensis Aublet. **Química Nova**, v.33, n.7, p.1506-1509, 2010a.

VALENTINI, C. M. A. *et al.* Siparuna guianensis Aublet (negramina): uma revisão. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.12, n.1, p.96-104, 2010b.

VARANDA *et al.* Genotoxicity of Brosimum gaudichaudii measured by the Salmonella/microsome assay and chromosomal aberrations in CHO cells. **Journal of Ethnopharmacology**, v.81, p.257-264, 2002.

VASCONCELOS, M. C. A. *et al.* Avaliação de atividades biológicas das sementes de Stryphnodendron obovatum Benth. (Leguminosae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.14, n.1, p.121-127, 2004.

VIANA, G.S.B. *et al.* **Aroeira-do-sertão (Myracrodruon urundeuva Fr. All.) – Estudo botânico, farmacognóstico, químico e farmacológico.** 1995. 164p. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará.

VIANA, G.S.B. *et al.* Analgesic and antiinflammatory effects of the tannin fraction from Myracrodruon urundeuva Fr. All. **Phytotherapy Research**, v.11, p.118-122, 1997.

VIANA, G.S.B. *et al.* Analgesic and antiinflammatory effects of chalcones isolated from Myracrodruon urundeuva Allemao. **Phytomedicine**, v.10, n.2-3, p.189-195, 2003.

VIEIRA, R.F. *et al.* **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil.** 1. ed. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 320p. Disponível em: <[www.cenargen.embrapa.br/publica/trabalhos/livro\\_frutas\\_nativas.pdf](http://www.cenargen.embrapa.br/publica/trabalhos/livro_frutas_nativas.pdf)>. Acesso em: 18 maio de 2011.

VILEGAS, W. *et al.* Coumarins from Brosimum gaudichaudii. **Journal Natural Products**, v. 56, n. 3, p. 416-417, 1993.

VILEGAS, W.; CARDOSO, C.A.L; QUEVEDO, A.E.P. **Controle químico de qualidade de fitoterápicos e plantas medicinais.** In: YUNES, R.A.; CECHINEL FILHO, V. (orgs). Química de Produtos Naturais, novos fármacos e a moderna farmacognosia. 2. ed., Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, 2009, p. 163-188.

YUNES, R. A. **Plantas medicinais sob a ótica da moderna química medicinal.** 1 ed. Chapecó: Editora Argos, 2001. 523p.

## CAPÍTULO 3

### **FLORESTA DE SAVANA BRASILEIRA COMO RESERVATÓRIO DE PLANTAS MEDICINAIS: CONSERVAÇÃO, BIOMASSA E CARBONO**

BESSA, N.G.F.de<sup>1\*</sup>; CHAGAS JUNIOR, A. F<sup>2</sup>; ALVES, A<sup>3</sup>. <sup>1</sup>Doutoranda em Biologia e Ecologia Tropical, Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, Portugal/UFT/Governo do Estado, Tocantins, Brasil. Fundação Centro Universitário UnirG, Av: Rio de Janeiro, 1585, CEP: 77400-000 Gurupi, Tocantins, Brasil, e-mail\*: eduambiental@unirg.edu.br. <sup>2</sup>Universidade Federal do Tocantins, Rua Badejós, Lt. 7, Chácara 69/72, CEP: 77402-970, Gurupi, Tocantins, Brasil. <sup>3</sup>Departamento de Biologia e CESAM, Universidade de Aveiro, CEP: 3810-193, Aveiro, Portugal.

(Manuscrito em processo de submissão)

## RESUMO

A área de Reserva Legal (RL) é no Brasil um dos principais mecanismos para a proteção de atributos ambientais e estratégia de conservação da biodiversidade. É importante reservatório de plantas medicinais especialmente se está em remanescente de Floresta Estacional Semidecídua, sem associação direta a cursos d'água, devido a sua importância ecológica, pouco conhecimento, raridade e ameaças antropicas no Bioma Cerrado, Estado do Tocantins, localizado ao centro do País e com agronegócio pujante. Neste estudo foi avaliada a área de Reserva Legal de Floresta Estacional Semidecídua em assentamento rural no Tocantins na perspectiva de reservatório de plantas medicinais lenhosas vivas (árvores e arbustos), conservação (florística/fitossociologia) e produtividade medicinal (biomassa aérea/carbono orgânico). A área de estudo fica na abrangência da Amazônica Legal (paralelo 13°), bioma Cerrado. Realizou-se inventário florestal pelo método alométrico e a fitossociologia da vegetação, com ênfase às espécies medicinais. Foi feita a análise da produtividade média da floresta resultantes das estimativas da área basal ( $m^2 \cdot ha$ ), biomassa ( $ton \cdot ha^{-1}$ ) aérea viva correspondente a massa vegetal de plantas arbóreas-arbustivas e estoque de carbono ( $ton \cdot ha^{-1}$ ). O fragmento de floresta foi considerado relativamente rico em espécies e diversidade ainda mantida, embora apresentando sinais de distúrbios e dominada por poucas espécies. Sua estrutura horizontal é sugestiva de condições de regeneração biótica. É um importante reservatório de plantas medicinais visto que mais da metade (57,5%) das famílias que apresentaram espécies medicinais, dezenove (19) de um total de trinta e três (33), estão representadas na área e guardam 44% (27) do total de espécies (61) e 63% (432) do total de indivíduos (686) inventariados. As espécies medicinais representam 80% das 10 espécies de maior IVI (Índice de Valor de Importância) em ordem decrescente, refletindo sua importância ecológica para o equilíbrio da flora local, sendo: *Tetragastris altissima*, *Chrysophyllum marginatum*, *Oenocarpus distichus*, *Sclerolobium paniculatum*, *Simarouba versicolor*, *Alibertia macrophylla*, *Siparuna guianensis*, *Maprounea guianensis*, *Licania parvifolia* e *Physocalymma scaberrimum*. A produtividade medicinal foi alta para este tipo de fitofisionomia, onde a reserva para biomassa foi de  $183,2 \text{ ton} \cdot ha^{-1}$  e para carbono foi de  $91,51 \text{ ton} \cdot ha^{-1}$ , representando 66% de toda biomassa e carbono desta floresta de Cerrado, representadas de forma expressiva no IVI e assim tendo fundamental importância ecológica. Tem-se evidência que fundamenta um debate envolvendo a comunidade assentada rural, visando sensibilização para a coresponsabilidade pela conservação da área bem como geração de instrumentos políticos de benefícios ao produtor rural, seja pelo desenvolvimento de tecnologias sociais a partir das plantas medicinais, tais quais testes com extratos brutos e óleos essenciais de plantas potenciais. Isto pode ser útil para o controle de pragas e/ou usos na melhoria da saúde da população, seguindo as diretrizes da Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, no que tange aos sistemas produtivos de base sustentável a partir do manejo em ecossistemas naturais.

**Palavras-chave:** Biomassa; Carbono; Plantas medicinais; Floresta Estacional Semidecídua; Cerrado.

## ABSTRACT

The area of Legal Reserve (RL) in Brazil is one of the main mechanisms for the protection of environmental attributes and biodiversity conservation strategy. It is important reservoir of medicinal plants especially if you're in a remnant Forest Semideciduos without direct association with watercourses due to their ecological importance, little knowledge, rarity and anthropogenic threats in the savanna, especially the state of Tocantins, located at the center of country and thriving agribusiness. In this study we evaluated the Legal Reserve area of semideciduous forest in rural settlement in the perspective of Tocantins reservoir of woody medicinal plants alive, conservation medical and productivity. The study area lies in the comprehensiveness of the Amazon Legal (13th parallel), the Cerrado biome. Forest inventory held by the allometric method and phytosociological analysis the vegetation, with emphasis on medicinal species. Analysis of average forest productivity resulting estimates of basal area ( $\text{m}^2.\text{ha}$ ), biomass ( $\text{ton}.\text{ha}^{-1}$ ) corresponding air live plant mass was made of tree and shrub plants and carbon ( $\text{ton}.\text{ha}^{-1}$ ). The forest fragment was considered relatively rich in species diversity and still maintained, although showing signs of unrest and dominated by a few species. Its horizontal structure is suggestive of biotic regeneration conditions. It is an important reservoir of medicinal plants since more than half (57.5%) of families had medicinal species, nineteen (19) of a total of thirty-three (33), are represented in the area and keep 44% (27) of the total species (61) and 63% (432) of all subjects (686) inventoried. The medicinal species represent 80% of the 10 species of highest IVI (Importance Value Index) in descending order, in theory, reflects their ecological importance for the balance of the local flora, being: *Tetragastris altissima*, *Chrysophyllum marginatum*, *Oenocarpus distichus*, *Sclerolobium paniculatum*, *Simarouba versicolor*, *Alibertia macrophylla*, *Siparuna guianensis*, *Maprounea guianensis*, *Licania parvifolia* e *Physocalymma scaberrimum*. The medicinal productivity was high for this type of vegetation type, where the reserve biomass was  $183.2 \text{ ton}.\text{ha}^{-1}$  and carbon was  $91.51 \text{ ton}.\text{ha}^{-1}$ , representing 66% of all forest biomass and carbon Cerrado this represented significantly in IVI and thus having fundamental ecological importance. It has been evidenced that underlies a debate involving the rural community setting, aiming to raise awareness of the co-responsibility for the conservation of the area as well as political instruments of benefits to farmers, or the development of social technologies from medicinal plants, which such tests with extracts Raw and essential oils of potential plants for pest control and/or uses in improved health of the population, according to the guidelines of the National policy and Botanicals medicinal plants, with respect to production systems sustainable basis from management in natural ecosystems.

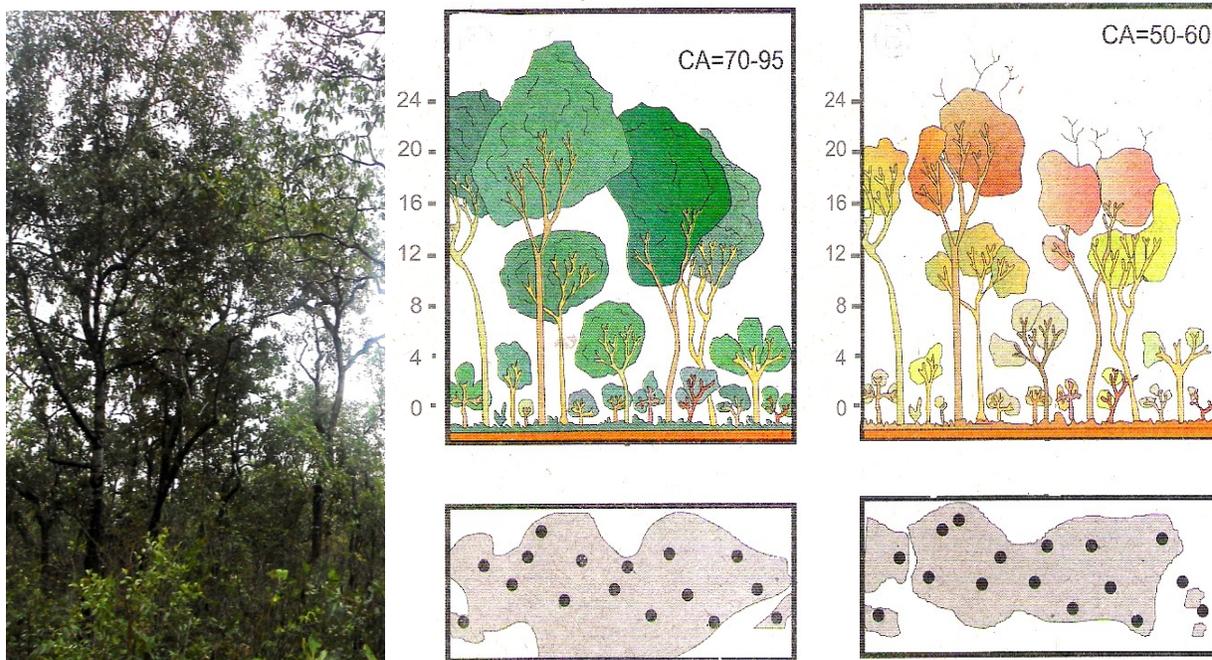
**Keywords:** Biomass; Carbon; Medicinal plants; Semideciduous forest; Savanna.

## INTRODUÇÃO

A área de Reserva Legal (RL) é no Brasil um dos principais mecanismos para a proteção de atributos ambientais e estratégia de conservação da biodiversidade, sendo guarda (reservatório) de plantas medicinais entre outros recursos biológicos. Fortes ameaças de origem antrópica ocorrem nestes fragmentos e isto é eminentemente preocupante se o remanescente é raro e ainda desconhecido. Trata-se de uma Floresta Estacional Semidecídua, um mosaico de espécies de distribuição geográfica restrita da Floresta Atlântica e Amazônica, ocorrendo em plena savana no centro do Brasil e que, no passado, certamente integrava o corredor de florestas secas do Planalto Central do Brasil.

Essa formação florestal surge no Estado do Tocantins, região de alta tensão ecológica na Amazônia Legal, em pleno Cerrado. Este é um bioma conhecido como a savana mais úmida do planeta e mais remota, cerca de 70 milhões de anos, sendo um dos últimos e mais importantes *hotspot* mundiais (Myers *et al.*, 2000; Aquino, Walter e Ribeiro, 2007; Walter, Carvalho e Ribeiro, 2008; Ribeiro *et al.*, 2011), reservatório de carbono (Felfili *et al.* 2004; Klink e Machado 2005; Ribeiro *et al.*, 2011; Oliveira e Pompermayer, 2012) e com 240 milhões de hectares do País suportando contingente populacional de 20 milhões de pessoas (KLINK e MACHADO, 2005; OLIVEIRA e POMPERMAYER, 2012). Sua localização está ao centro do País e do continente sul-americano, onde as relações ecológicas e fisionômicas decorrem das influências de outras savanas da América tropical e de outras regiões como África, sudeste da Ásia e Austrália assemelhando também às paisagens norte da América do Sul, como na Venezuela e na Guiana (RIBEIRO, 2011). Da mesma forma, confere importância estratégica para o Brasil, ligando as duas principais áreas de floresta tropical úmida sul americanas: Floresta Amazônica e Floresta Atlântica (COLE, 1986).

Dessas influências de florestas tropicais e savanas resultam a Floresta Estacional Semidecídua (Figura 1). É uma fitofisionomia de mata seca e de solos bem drenados, sem associação direta com cursos de água, mantendo um dossel contínuo que varia de 15 a 25m de altura, alguns indivíduos emergentes e cobertura de 50% ou mais na época seca do ano, mais restritiva em suprimento de água, encontrada em terrenos planos, solos profundos com relativa riqueza em nutrientes (RIBEIRO e WALTER, 2008; FELFILI, 2005). Pode ser compreendida como uma savana natural arborizada, “savanna woodland”, por ter arvoredos semidecíduos cujos espaços entre árvores é maior que o diâmetro de suas copas (Cole, 1986), o que favorece dossel vegetal descontínuo.



**Figura 1.** Vegetação da Reserva Legal (RL) de Floresta Estacional Semidecídua, diagrama do seu perfil (altura média de 25m) e de sua cobertura arbórea (CA=70-95% estação chuvosa e CA=50-60% na estação seca). Adaptado de Ribeiro e Walter (2008).

Nestes ecossistemas semidecíduos, o estresse hídrico parece ser a principal causa para queda de folhas de algumas espécies na estação seca do ano, entretanto, àquelas cujas raízes são mais profundas mantêm-se mais hidratadas e com isto não perdem as folhas (BORCHERT, RIVERA e HAGNAUER, 2002). Entretanto, as alterações de causa antrópica nesses ecossistemas levam às mudanças significativas em fluxos de carbono para a atmosfera, em níveis que irão variar com a intensidade do distúrbio (PAIVA, REZENDE e PEREIRA, 2011). De maneira geral, há uma preocupação quanto à degradação também deste tipo de remanescente de floresta, que fica cada vez mais raro no Brasil, sendo difícil sua recuperação. De acordo com Laurence (2010), as vegetações florestais tropicais estão desaparecendo em até 130 000 km<sup>2</sup> por ano, aproximadamente 50 campos de futebol por minuto.

No Estado do Tocantins são raros os estudos florísticos e estruturais de formações florestais estacionais, destacando somente um (1) registro recente onde foi identificado o volume de material lenhoso, a biomassa vegetal, o estoque de carbono e os potenciais usos, onde 39% das espécies inventariadas têm fins medicinais com indicação da necessidade de estimular as práticas de manejo florestal dentro de Reservas Legal (RL) de áreas privadas (HAIDAR *et al.*, 2013). Conhecer a floresta pela sua riqueza, diversidade e estrutura traz elementos para analisar o seu estado de conservação. Não

existem estudos no Brasil em florestas estacionais semidecíduais bem como em RL enquanto reservatório de plantas medicinais, este importante recurso biológico potencial de prospecção, sendo uma lacuna a ser preenchida. A biomassa medicinal é desconhecida bem como o respectivo carbono orgânico, sendo estas variáveis importantes em um cenário mundial onde cresce a necessidade de melhor entendimento dos ecossistemas locais enquanto importantes componentes na conservação da biodiversidade, atenuação das mudanças climáticas e provimento de benefícios pela possibilidade do uso sustentável. Por outro lado, as Reservas Legais constituem pequenos fragmentos de vegetação nativa, normalmente não ocorrem próximas uma das outras no Bioma e tem papel fundamental na formação de corredores de biodiversidade (GANEN, 2007; GANEN *et al.*, 2013).

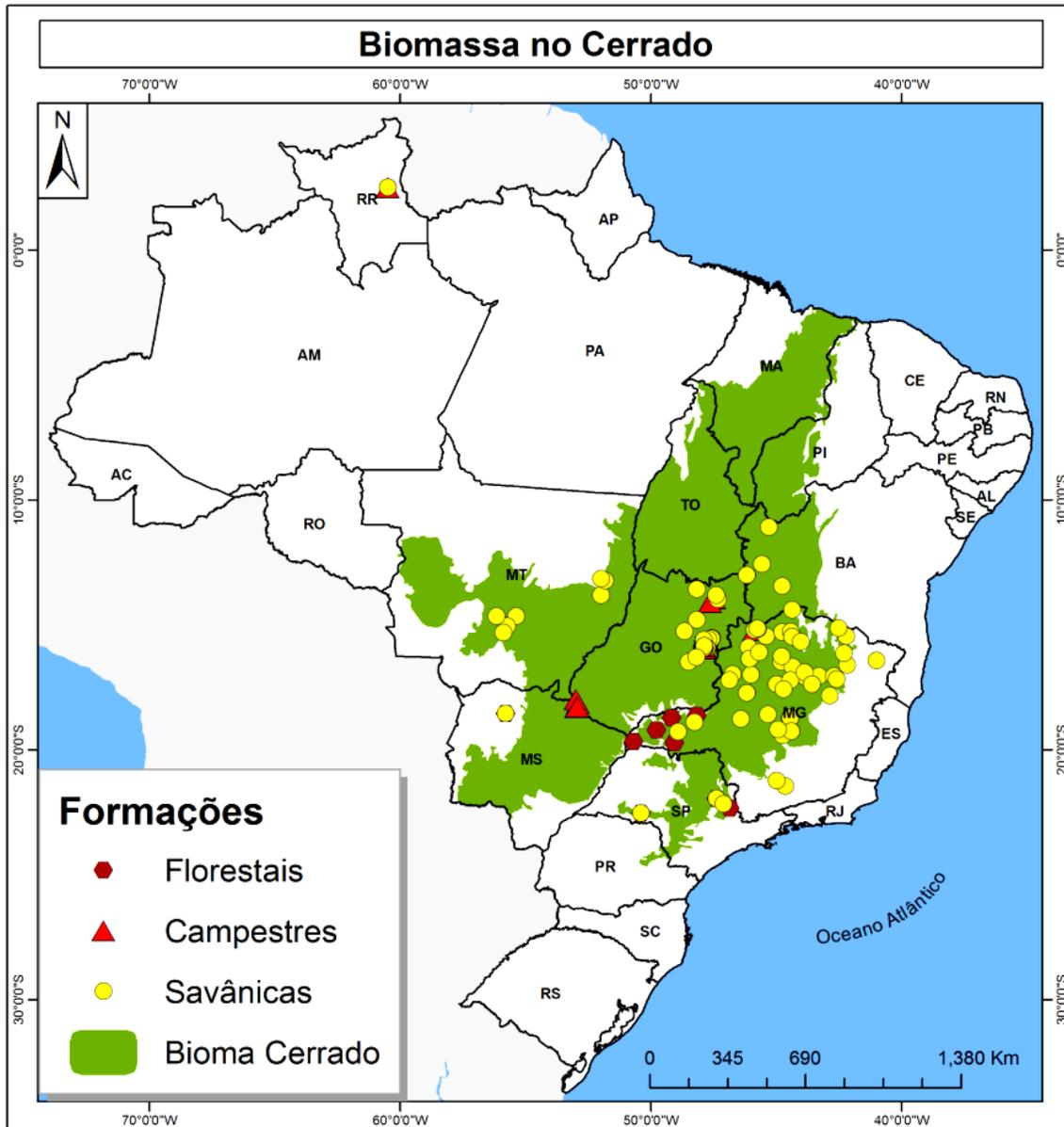
Na perspectiva da conservação do Cerrado, é necessário considerar mais efetivamente este tipo de vegetação diante do grave problema que se têm atualmente: política de conservação voltada mais para a conservação de um grande fragmento em um único local como é o caso das Unidades de Conservação, porém, é necessário manter preservados diversos fragmentos desse bioma em toda a sua área de ocorrência (GOMES, SOUZA e MEIRA NETO, 2004). É preciso dar mais atenção aos fragmentos remanescentes de áreas de RL, ainda muito pouco conhecidos quanto à estrutura da comunidade vegetal e estoque de carbono, porém, de relevante interesse para conservação da biodiversidade e reserva biológica de uso restrito com possibilidades de geração de renda (HAIDAR, DIAS e FELFILI, 2013). Uma das preocupações atuais está na falta de conhecimento acerca da riqueza e estrutura horizontal de recursos medicinais lenhosos presentes nessas áreas, sendo importantes fontes de matérias primas da biodiversidade devido às substâncias biologicamente ativas e potenciais alternativas para obtenção de bioprodutos úteis (Barreiro e Bolzani, 2009) com usos terapêuticos ou alternativos para a substituição dos fungicidas sintéticos por produtos naturais (SILVA e BASTOS, 2007). Portanto, nas RLs de Assentamentos rurais advindos da política de reforma agrária brasileira, há de se ter expectativas quanto às possibilidades de conservação e de uso a partir do manejo sustentável.

No Estado do Tocantins tem-se 370 projetos de assentamentos rurais ocupados aproximadamente por 24.000 pessoas. As áreas de assentamentos se tornaram um dos principais elementos do mundo rural na Amazônia Legal, representando quase um terço das terras usadas e quase 74% dos estabelecimentos rurais, embora somente 13% se constituem em pólo agroflorestal como alternativa de uso da terra, refletindo a falta de informação sobre a legislação ambiental e usos alternativos do solo (LETOURNEAU, FRANÇOIS-MICHEL e BURSZTYN, 2010). A RL é uma área preconizada no Código Florestal Brasileiro (Lei 4.771/65; Lei 12.651/12; MP 571/12) onde em

todo imóvel rural deve ser mantida com cobertura de vegetação nativa representativa do ecossistema e assim efetivando sua real função de conservação, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanente que ficam às margens de cursos de água, sendo proibido o corte raso e a utilização dos recursos podem ocorrer desde que com manejo aprovado por órgão ambiental. O produtor rural do Estado do Tocantins, abrangência do Cerrado na Amazônia Legal, é obrigado a destinar 35% da sua propriedade rural para tal finalidade, sendo que nos assentamentos rurais locais formados no âmbito da política de reforma agrária brasileira, essas reservas são comumente constituídas em condomínios. Contribui-se com a manutenção da floresta em pé, podendo assegurar as funções ecológicas, como proteção dos solos contra erosão e corpos hídricos em relação ao assoreamento, bem como com a recarga de aquíferos e fixação de carbono; pode ser geradora de renda aos proprietários rurais por meio do uso sustentável dos recursos naturais; mantém abrigo e alimentação para a fauna silvestre; evita a perda indiscriminada pelos usos indevidos de espécies com alto valor comercial seja madeira ou medicinal (OLIVEIRA *et al.*, 2006; AQUINO e OLIVEIRA, 2006; AQUINO, WALTER e RIBEIRO, 2007; HAIDAR, DIAS e FELFILI, 2013). Outro grande desafio mediante o tamanho restrito das propriedades de assentamentos rurais, em média de 7 a 10ha, é a percepção dos agricultores familiares de que a RL é uma área improdutiva pelo impedimento do uso convencional e corte raso da floresta, estando estes na obrigação de prestar um serviço ambiental à sociedade sem retorno econômico e isto ocorre porque não tem conhecimento sobre a riqueza, estrutura e manejo sustentável de áreas como esta mediante a falta de assistência técnica governamental preparada para abordagens produtivas sustentáveis ou mesmo pela sensibilização quanto ao seu potencial de guarda global de recursos biológicos (OLIVEIRA e BACHA, 2003; BACHA 2005; SANT'ANNA *et al.*, 2012; OLIVEIRA e WOLSKI, 2012).

Tem-se no inventário florestal um requisito fundamental para o conhecimento e uso planejado de produtos florestais em medida que possibilita avaliar a riqueza, a diversidade, a estrutura e a produtividade da cobertura vegetal lenhosa com estimativas de volume, carbono e biomassa (SOUZA *et al.*, 2006). Este conhecimento também é relevante diante da necessidade urgente de melhor conhecer esse tipo de fragmento na perspectiva de direcionamento para um manejo de RL em assentamentos rurais que compatibilize conservação, guarda e uso restrito de espécies medicinais lenhosas potenciais de prospecção. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar RL de Floresta Estacional Semidecídua em assentamento rural no Estado do Tocantins, Bioma Cerrado, Brasil, na perspectiva de reservatório de plantas medicinais lenhosas vivas (árvores e arbustos), conservação (florística/fitossociologia) e produtividade medicinal (biomassa aérea/carbono orgânico).

Esta pesquisa contribui também para aumentar o banco de informações sobre biomassa em formações vegetais do Bioma Cerrado, atualmente ainda muito incipiente. Miranda (2012) ao analisar a variação espacial e temporal da biomassa vegetal em áreas de Cerrado fez um levantamento prévio, onde identificou apenas 23 estudos anteriores, contemplando 158 localidades e mais concentrados (47%) em formações do Estado de Minas Gerais. Assim, existem lacunas em pesquisa dessa natureza neste tão importante bioma e especialmente no Estado do Tocantins (Figura 2).

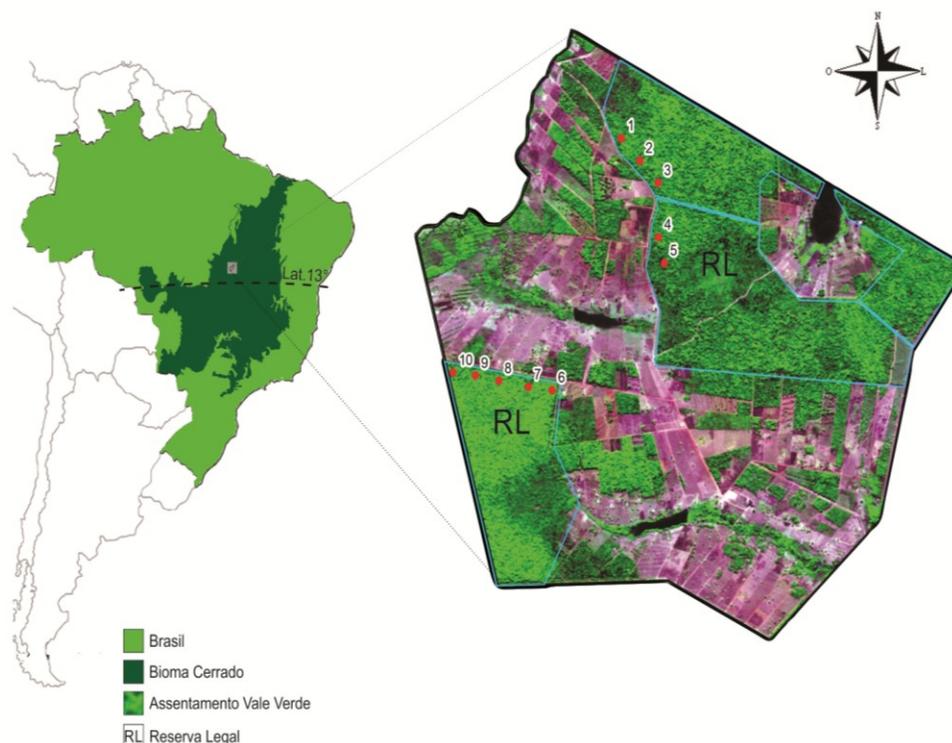


**Figura 2.** Distribuição geográfica das localidades brasileiras onde há estudos sobre biomassa aérea e abaixo do solo no Bioma Cerrado. Fonte: Miranda (2012).

## MATERIAL E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na abrangência do Bioma Cerrado, Assentamento Rural Vale Verde (S 11°52.582; W 048°58.913), localizado no município de Gurupi e na faixa sul do Estado do Tocantins, estando ao centro do Brasil e na Amazônia Legal, por ter suas terras situadas ao norte da latitude sul de 13°00' e longitude Oeste de 46°30' (Figura 3).



**Figura 3.** Área de estudo situada na abrangência da Amazônia Legal (paralelo 13°) bioma Cerrado, Assentamento Rural Vale Verde, município de Gurupi, Estado do Tocantins, Brasil. 2014.

O assentamento é formado por 98 famílias e foi criado em 2003 em atendimento à política de Reforma Agrária brasileira. Esta política segue o pressuposto de garantia de acesso a terra para produtores rurais familiares, caracterizados pela posse de pequena extensão de terra e nela estabelecida sua moradia, com renda entre um a dois salários mínimos mensais e utilização de mão de obra familiar, eventualmente podendo contratar terceiros para serviços temporários.

O clima local é do tipo B1wA'a' (Thornthwaite – Mather), sendo úmido, com moderada deficiência hídrica entre os meses de abril a outubro e precipitação média anual de 1500 mm, mais concentradas nos meses de novembro a março, ao passo que a temperatura média oscila em torno de 25,8°C enquanto os solos predominantes são latossolos e a declividade variando de 0 a 5%, característicos da bacia hidrográfica do rio Santo Antônio, faixa sul do Estado do Tocantins (HAIDAR, DIAS e FELFILI, 2013).

O inventário florestal foi realizado no mês de fevereiro de 2014 em fisionomia de Floresta Estacional Semidecídua ou mata seca (Felfili, Carvalho e Haidar, 2013; Ribeiro e Walter, 2008), fragmento remanescente do Bioma Cerrado, localizado em área de Reserva Legal (RL) do tipo condomínio ou comunitária e representada por 35% (610ha) de toda (1765,2ha) a propriedade rural do assentamento Vale Verde (Figura 4). Nesta Condição, esta área de RL deveria ser por ocasião da criação do assentamento rural constituída em 80% da propriedade, por se tratar de floresta e estar na Amazônia Legal e assim atendendo a legislação vigente. Foi erroneamente identificada como fitofisionomia de Cerradão (35%). Neste estudo constatou-se este erro, o que implica em menor quantidade de área que deveria ser destinada para conservação, entretanto, esta discussão não entrará no mérito desta tese e certamente subsidiará abordagens posteriores.

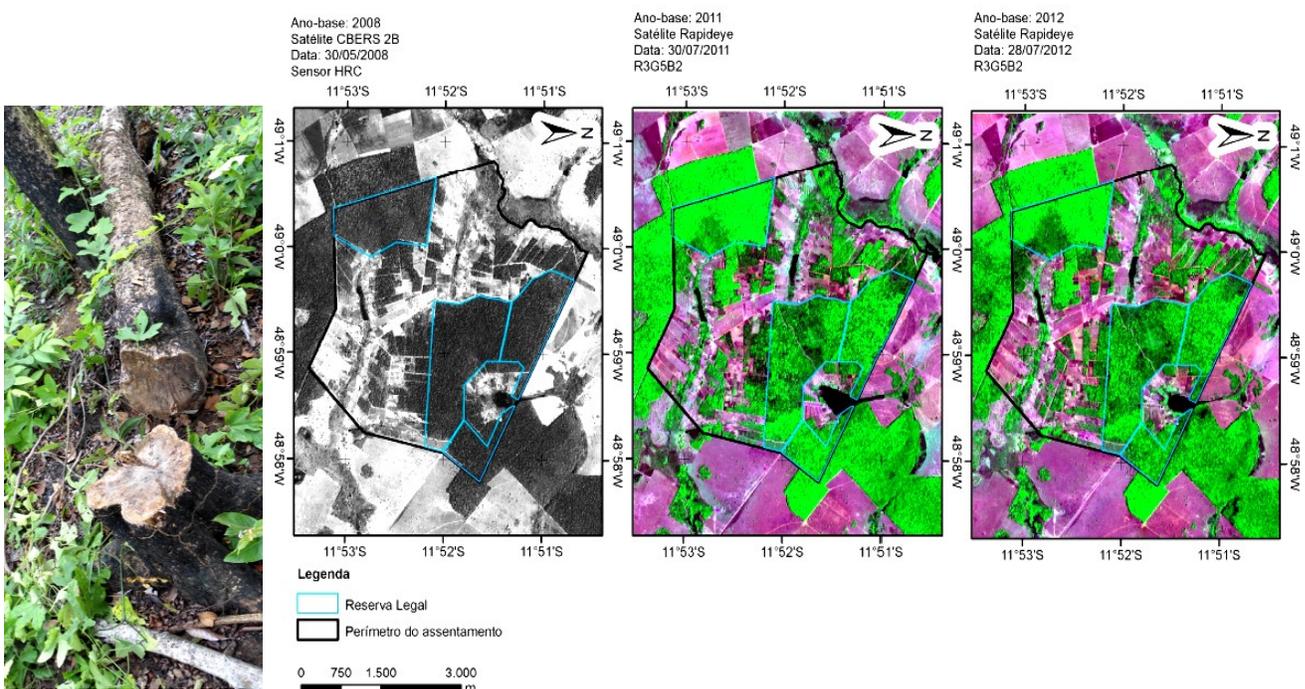


**Figura 4.** Vegetação de Floresta Estacional Semidecídua em área de Reserva Legal (RL) coletiva do Assentamento Vale Verde, Gurupi-TO, Brasil. 2014.

## ANÁLISE DOS DADOS DO INVENTÁRIO FLORESTAL

### Amostragem

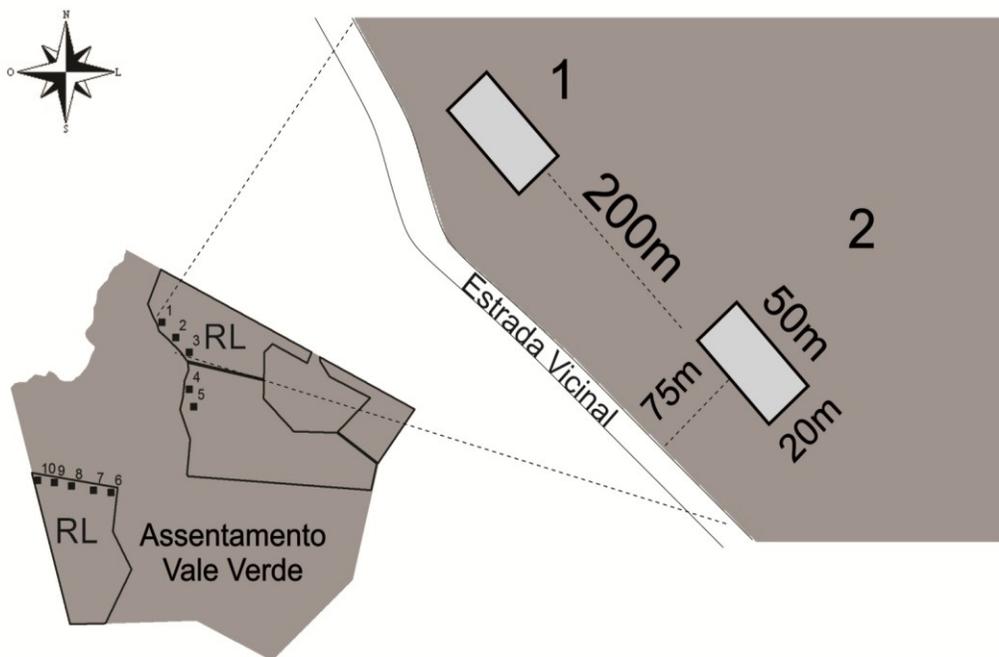
A análise primária ao inventário florestal ocorreu por meio das imagens de satélite dos anos de 2008 - CBERS 2B, sensor HRC, 2011 e 2012 - Rapideye R3G5B2, possibilitando a visualização da área de RL quanto à conservação (ou não) da sua cobertura vegetal, sendo também realizada uma caminhada aleatória na área onde foram identificados sinais de degradação (Figura 5).



**Figura 5.** Usos indevidos pelo corte raso e fogo; imagens de satélite (ano base 2008, 2011, 2012) do Assentamento Rural Vale Verde e área de Reserva Legal (RL), Gurupi-TO, Brasil. 2014.

A amostragem foi realizada em 1ha dentro da RL, onde as parcelas foram delimitadas em alinhamento contínuo em 2 fragmentos do assentamento, sendo estes separados por lotes e mantendo a mesma representatividade ecossistêmica local (Figura 6). Foram marcadas dez (10) parcelas permanentes na RL, seguindo amostragem sequencial de numeração de 1 a 10 conforme metodologia descrita no Manual de Parcelas Permanentes nos Biomas Cerrado e Pantanal (FELFILLI, CARVALHO e HAIDAR, 2005). A distância mantida entre as parcelas foi de 200 m

aproximadamente e as mesmas distaram do ponto de referência (estrada vicinal) cerca de 75m, conforme recomendações de Ribeiro *et al.* (2011). A opção por parcelas de 50x20m (0,1ha) (Felfilli, Carvalho e Haidar, 2005) ocorreu em detrimento daquelas de 20x20m recomendadas por Ribeiro *et al.* (2011), devido a perturbação inicialmente visualizada nas imagens de satélite e visita a área o que indica certo grau de heterogeneidade.



**Figura 6.** Detalhe da alocação das Parcelas Permanentes (20x50 cm) em área de Reserva Legal (RL) do Assentamento rural Vale Verde, Tocantins, Brasil. 2014.

Os indivíduos lenhosos arbóreos e arbustivos vivos foram definidos como sendo aqueles presentes nas parcelas cuja circunferência fosse igual ou maior a 15 cm (Diâmetro a Altura do Peito:  $DAP \geq 5$  cm), sendo estes inclusos no inventário e tomadas as medidas à altura de 1.30 cm do solo, etiquetados com placas de alumínio e numerados sequencialmente em cada parcela, delimitada com uso de fitas zebradas e fixação de estacas nos seus 4 vértices (FELFILI *et al.*, 2005). As anotações de campo foram realizadas em uma planilha contendo: tipo do ecossistema, coordenadas geográficas (GPS) dos 4 vértices, dados do coletor, n° da parcela, identificação botânica (por espécie ou apenas gênero quando na dúvida de campo), circunferência a altura do peito medida com fita métrica e altura da planta com uso de régua telescópica graduada (Figura 7).



Nº	Nome da Espécie	Diâmetro (cm)	Altura (m)	Observações
1	Alseodaphne sp.	32	50	5,7
2	Es. 01	37	50	4,5
3	Tectaria sp.	48	120	12
4	Passiflora sp.	63	176	16
5	Alseodaphne sp.	86	108	14
6	Alseodaphne sp.	45	63	14
7	Alseodaphne sp.	68	85	13
8	Alseodaphne sp.	42	70	6,5
9	Tectaria sp.	45	55	12
10	Alseodaphne sp.	41	69	6,5
11	Alseodaphne sp.	34	36	5
12	Alseodaphne sp.	19	23	5,5
13	Alseodaphne sp.	52	81	11
14	Alseodaphne sp.	53	73	7



**Figura 7.** Inventário florestal na área de Reserva Legal: circunferência a 1.30m do solo usando fita métrica; altura da planta com régua telescópica; anotações em ficha de campo com a identificação botânica; parabolítico de campo – Antonio Carlos Carlim, herbáreo da Unitins.

O esforço ou suficiência amostral foi verificado a partir da metodologia da curva espécie-área, indicando a precisão do inventário em representar a riqueza de espécies da área de estudo. Esta metodologia usa o procedimento da regressão linear e mostra a relação entre o número de espécie com a área amostrada, onde se registra em uma curva o acúmulo de espécies à medida que se aumenta a área amostrada, obtendo-se a resposta quanto a representatividade amostral da comunidade em estudo (Shilling e Batista, 2008), sendo realizada também para espécies medicinais inventariadas.

## Identificação das espécies lenhosas arbórea-arbustivas vivas

As espécies dos estratos arbóreos e arbustivos que atenderam aos critérios de inclusão foram identificadas em campo por um botânico prático da Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS/Palmas) e, em caso de alguma dúvida, o material botânico (folhas, flores e/ou frutos) foi coletado, prensado, levado em exsicatas para o herbáreo da Universidade seguido de identificação.

A análise florística foi obtida pela contagem de espécies, gêneros e famílias, classificados conforme o sistema de classificação botânica *Angiosperm Phylogeny Group* - APG III (2009). Para confirmação da grafia, autoria e sinonímia dos nomes científicos foi utilizado o sistema informatizado do *Word Checklist* ([//apps.kew.org/](http://apps.kew.org/)). Para a identificação dos usos medicinais de cada espécie foi realizada uma busca na base de dados Scielo (Scientific Electronic Library) e portal de periódicos da Capes (<http://www.periodicos.capes.gov.br/>), onde este possibilita acesso a textos completos de artigos selecionados de mais de 21.500 revistas internacionais e nacionais, além de banco de teses. Os descritores utilizados para esta busca nestes portais foram sempre o nome da espécie ou gênero seguido de uma ou mais palavras-chave (usos populares; usos medicinais; etnobotânica; Etnofarmacologia; Fitoquímica; Produtos naturais), autor ou revista quando referência no assunto. Foi também realizada uma consulta a uma lista de espécies medicinais disponibilizadas por meio do Relatório Técnico científico intitulado de “Mapeamento das Regiões Fitoecológicas e Inventário Florestal do Estado do Tocantins” recentemente produzido por Haidar, Dias e Felfili (2013). Na relação de espécies da flora arbórea-arbustiva inventariadas na RL fez-se o destaque daquelas medicinais para posteriores quantificações comparativas em relação à totalidade das espécies.

## Riqueza, diversidade e estrutura da vegetação lenhosa arbórea-arbustiva

A riqueza florística foi avaliada por meio da diversidade alfa. Isto porque o objetivo foi verificar a riqueza ou o número bem como a abundância de espécies dentro de uma comunidade em uma mesma área, como é o caso da Floresta Estacional Semidecídua da área de RL. O Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) foi utilizado porque parte da premissa de que todas as espécies estão representadas na amostra, atribuindo maior peso às espécies raras (FELFILI e REZENDE, 2003). Quanto maior for o valor do índice  $H'$ , que varia de 1,5 a 3,5, maior será a diversidade florística da comunidade em estudo (MAGURRAN, 1988; SCOLFORO *et al.*, 2008). O Índice de Uniformidade ou Equitatividade de Pielou ( $J'$ ) foi utilizado para analisar a abundância relativa das espécies dentro da

mesma amostra e o valor quanto mais próximo de um (1) significa maior homogeneidade da distribuição das espécies dentro da área amostrada, ou seja, tem-se maior equabilidade ou equitatividade (KENT e COKER, 1992; SCOLFORO *et al.*, 2008).

A estrutura horizontal da vegetação lenhosa viva foi analisada por parâmetros fitossociológicos como densidade, dominância (área basal), frequência e seus desdobramentos em índice de valor de importância e de cobertura (Kent e Coker, 1992), separando as espécies medicinais para uma análise comparativa.

Para verificar sobre a conservação da área foi analisada a estrutura da comunidade vegetal por classes de diâmetros. Essa distribuição dos indivíduos, em classes de diâmetro, foi feita usando intervalos de 5cm, seguindo as recomendações para florestas estacionais (SILVA JÚNIOR, 2004; KUNZ *et al.*, 2008). Foram consideradas nesta análise diamétrica as 10 espécies de maior Índice de Valor Importância (IVI), cujo cálculo leva em conta as variáveis altura e área basal, que requer os valores de diâmetro das plantas inventariadas. Estudos anteriores em florestas estacionais usaram 5 espécies de maior IVI (Kunz *et al.*, 2008) e em floresta tropical do Cerrado fez-se o uso da área basal para classificar espécies mais representativas de inventário florestal (RIBEIRO *et al.*, 2011). A altura e o diâmetro são variáveis que não seguem distribuição normal dentro das parcelas ou fisionomias e, portanto, não está bem representada pelos valores médios, sendo necessário o uso de algum critério de inclusão que minimize esse efeito (Durigan, 2012), como a priorização das espécies pelo seu IVI. Esta análise da distribuição diamétrica foi feita com o objetivo de identificar indicador da história da floresta (SANTOS *et al.*, 2013; SCOLFORO, PULZ e MELO, 1998). A interpretação das medidas de diâmetros das espécies por meio de histogramas de frequência, mostrando o número de indivíduos por unidade de área amostrada em intervalos de diâmetro, permite inferir preliminarmente a situação atual de conservação ou não da vegetação e possíveis perturbações (FELFILI e SILVA JÚNIOR, 1988). A maior concentração de indivíduos nas primeiras classes de diâmetro poderá ser um sinal de comunidade ou população estoque, sendo este um evento padrão em florestas tropicais estáveis com idade e composição de espécies variadas (SCOLFORO, PULZ e MELO, 1998). Por outro lado, quando a classe diamétrica aumenta, a frequência da espécie diminui até atingir o seu menor índice na maior classe, caracterizando uma curva do tipo exponencial negativa, comumente denominada como J<sup>o</sup> reverso sendo indicador de floresta que contempla processos de regeneração (SCHIAVINI, RESENDE e AQUINO, 2001).

## Estimativa de biomassa e carbono

O potencial medicinal guardado nas plantas lenhosas vivas da RL do assentamento rural foi quantificado por meio da análise da produtividade média da Floresta Estacional Semidecídua, resultado das estimativas da área basal ( $\text{m}^2\cdot\text{ha}$ ), biomassa ( $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) aérea viva correspondente a massa vegetal de plantas arbórea-arbustivas e estoque de carbono ( $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Não existem estudos anteriores relativamente às plantas medicinais e na perspectiva vislumbrada neste estudo, RL enquanto guarda ou reservatório de plantas medicinais potenciais de matérias primas e biomassa, reservatórios de carbono e salvaguarda para conservação da biodiversidade. Entretanto, como os indicadores de produtividade de florestas utilizados nesta última década passam comumente por estimativas de biomassa e carbono, não há motivos para se distanciar das metodologias convencionais. Apenas se faz necessária ressalva pelo uso preferencial de equações já testadas no Brasil e respaldadas nas regionalizações, em detrimento à indicação do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Em floresta Estacional Semidecídua, localizada na mata atlântica do Estado de Minas Gerais, Torres *et al.* (2013) realizaram estudo objetivando comparar o estoque de biomassa acima do solo utilizando equações regionais e a metodologia do IPCC encontrando, respectivamente, valores de  $80,41 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$  e  $72,80 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$  implicando em diferença ( $7,61 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) que, *a priori*, significou subestimação da biomassa seca nas condições brasileiras e, por consequência, do carbono da equação recomendada pelo IPCC em comparação com as metodologias regionais testadas.

O método alométrico resulta do uso de equação de regressão para estimar de forma indireta a biomassa, correlacionando-a com variáveis de fácil mensuração e sem a necessidade de destruir material vegetal (Silveira *et al.*, 2008; Scolforo, Pulz e Melo, 1998), fato importante em áreas protegidas. O diâmetro e a altura total da planta, representando partes da planta, são variáveis independentes testadas em equações alométricas regionalizadas e usadas para estimar a biomassa, ou seja, sua massa vegetal total (BROW, 1997; RIBEIRO *et al.*, 2011; LIMA *et al.*, 2012). Os modelos regionais utilizados para descrever o relacionamento entre biomassa e as variáveis da árvore em Floresta Estacional Semidecídua vem demonstrando precisão aceitável, ou seja, coeficientes de determinação ( $r^2$ ) variando entre 0,92 e 0,95 e erro padrão (S) entre 0,2 a 0,3 (AMARO *et al.*, 2013; HAIDAR *et al.*, 2013; TORRES *et al.*, 2013).

Neste estudo foi utilizada a equação alométrica desenvolvida por Higuchi *et al.* (1998) para estimar a biomassa seca da parte aérea:  $BA = \{0,077 + 0,492\cdot DAP^2\cdot Ht\}$ , onde BA é biomassa lenhosa

da parte aérea ( $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), DAP (Diâmetro a Altura do Peito – 1.30 m do solo) e Ht (Altura total em metros), com  $r^2$  (0,96) e o S (0,25).

A estimativa de carbono orgânico da parte aérea lenhosa viva foi calculado a partir da mesma equação da biomassa seca, aceitando a proposta de Higuchi et al (1998), considerando a relação de 2:1 entre biomassa seca e estoque de carbono e assim efetuando a multiplicação do resultado da equação alométrica por 0,5 resultando na seguinte equação:  $CA = \{0,077 + 0,492 \cdot \text{DAP}^2 \cdot \text{Ht}\} \cdot 0,5$ , onde CA é o estoque de carbono orgânico do componente lenhoso arbóreo-arbustivo ( $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ ); DAP (Diâmetro a Altura do Peito - 1.30 m do solo); Ht= Ht (Altura total em metros).

A análise dos dados foi feita usando a programação estatística em R e as equações utilizadas na análise florística, fitossociológica e de produtividade da RL no assentamento rural, sob fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecídua, estão apresentadas abaixo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Equações utilizadas no cálculo da riqueza, diversidade florística e de parâmetros fitossociológicos da área de Reserva Legal (RL) com fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecídua, Bioma Cerrado, Estado do Tocantins, Brasil.

Variável	Equação*	Fonte
Índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ )	$H' = -\sum (n_i / N) \ln (n_i / N)$ $n_i$ = no de indivíduos amostrados para a espécie $i$ $N$ = no total de indivíduos amostrados $\ln$ = logaritmo neperiano (base natural)	Felfili e Rezende (2003); Kent e Coker (1992)
Índice de uniformidade de Pielou ( $J'$ )	$J' = H' / \ln S$ $H'$ = índice de diversidade de Shannon-Wiener $\ln S$ = logaritmo do nº total de espécies amostradas	Kent e Coker (1992)
Índice de similaridade (S)	$S = 2C / A + B$ $A$ = nº de espécies da comunidade A $B$ = nº de espécies da comunidade B $C$ = nº de espécies comuns às comunidades	Mueller-Dombois e Ellenberg (1974)
Área basal (AB) $\text{m}^2/\text{ha}$	$AB = p^2 / 4 \pi$ , $p$ = perímetro do caule a 1.30cm do solo – altura do peito; $\pi = 3.14$	Ribeiro <i>et al.</i> (2011)
Densidade Absoluta (DA)	$DA = n_i / A$ $n_i$ = número de indivíduos da espécie $i$ ; $A$ = área total amostrada (hectare)	Kent e Coker (1992)
Densidade Relativa (DR)	$DR = n_i / N \times 100$ $N$ = número total de indivíduos; Dominância Absoluta: $DoA_i = \sum Ab_i U / A$ ; Onde: $Ab_i = P^2 / 4 \pi$ ; sendo $P$ = perímetro; $U$ = unidade amostral (1ha)	Kent e Coker (1992)
Dominância Absoluta ( $DoA$ )	$DoA_i = \sum Ab_i U / A$ ; Onde: $Ab_i = P^2 / 4 \pi$ ; sendo $P$ = perímetro; $U$ = unidade amostral (1 hectare)	Kent e Coker (1992)
Dominância Relativa ( $DoR$ )	$DoR = \sum Ab_i / ABT \times 100$ ; Onde: $ABT$ = área basal total	Kent e Coker (1992)
Frequência Absoluta (FA)	$FA_i = p_i / P \cdot 100$ $p_i$ = número de parcelas com ocorrência da espécie $i$ ; $P$ = número total de parcelas	Kent e Coker (1992)
Frequência Relativa (FR)	$FR_i = FA_i / \sum FA \cdot 100$ $FA$ = frequência absoluta	Kent e Coker (1992)

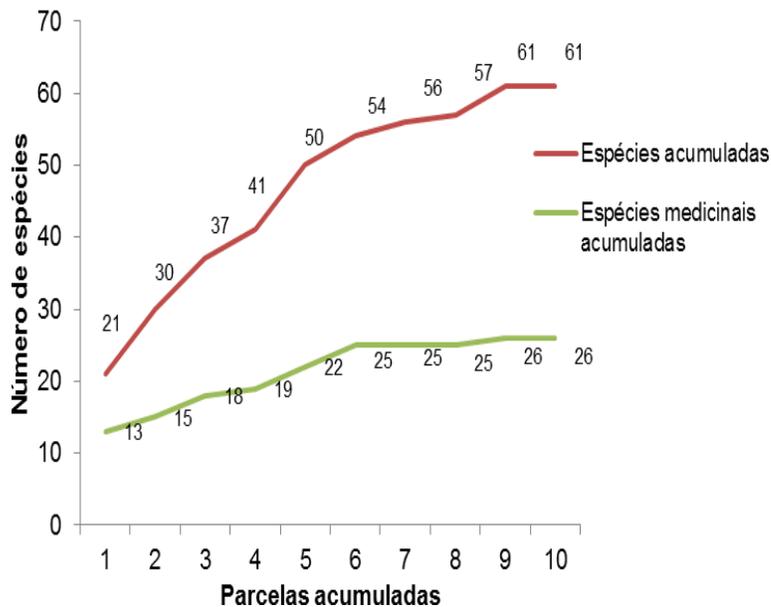
Índice de Valor de Importância da espécie (IVI)	$IVI_i = DR_i + FR_i + DoR_i$	Mueller-Dombois e Ellenberg (1974)
Índice de Valor de Cobertura da espécie (IVC)	$IVC = DR_i + DoR_i$	Förster (1973)
Biomassa lenhosa da parte aérea viva (BA) DAP $\geq$ 5 cm	$BA = \{0,077 + 0,492.DAP^2.Ht\}$ BA=biomassa lenhosa da parte aérea (ton.ha <sup>-1</sup> ); DAP =Diâmetro a Altura do Peito (1.30 m do solo) Ht =Altura total em metros	Higuchi (1998) Haidar, Dias e Felfili (2013)
Carbono orgânico total da parte lenhosa aérea viva (CA) DAP $\geq$ 5 cm	$CA = \{0,077 + 0,492.DAP^2.Ht\}.0,5$ BA=biomassa lenhosa da parte aérea (ton.ha <sup>-1</sup> ); DAP =Diâmetro a Altura do Peito (1.30 m do solo) Ht =Altura total em metros 0.5=fator de conversão de biomassa para carbono	Higuchi et al (1998) Haidar, Dias e Felfili (2013)

\*utilização do programa estatística em R, versão 3.1.0

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ESFORÇO AMOSTRAL

Houve suficiência amostral na realização do inventário florestal uma vez que foi capaz de contemplar a representatividade da comunidade em estudo. A curva-espécie evidencia que, a partir da 5ª parcela e de 0,5ha amostrados, foram acumuladas mais da metade das espécies, inclusive as medicinais (Figura 8).



**Figura 8.** Curva-espécie acumulada ao longo das 10 parcelas de 20x50m (0,1ha) e do número de espécies totais e medicinais inventariadas na RL de Floresta Estacional Semidecídua, Bioma Cerrado, Tocantins, Brasil.

O esforço amostral alcançado indica que a área total amostrada (1ha) foi suficiente para representar as espécies da área total (610ha) da RL de Floresta Estacional Semidecídua. Um dos fatores que, possivelmente, contribuiu com esta resposta foi opção mais eficiente ao usar maior (200m) distanciamento entre os pontos amostrais, conforme sugerido por Ribeiro *et al.* (2011), especialmente devido ao grande número de espécie com distribuição espacial restrita, ou seja, aparecendo em poucas parcelas amostradas, sendo eficiente quando se aumenta a distância entre os pontos amostrados (SILVA, 2006; SILVA, FIGUEIREDO e ANDRADE, 2008).

### RIQUEZA E DIVERSIDADE DA ÁREA DE RESERVA LEGAL (RL)

A área de Reserva Legal do Assentamento rural Vale Verde apresenta vegetação lenhosa arbórea-arbustiva ( $DAP \geq 5$  cm) cuja riqueza foi de 61 espécies distribuídas em 34 famílias, totalizando 686 indivíduos vivos por hectare amostrado.

O índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) na área foi de 2,98, evidenciando média diversidade florística e certa resiliência dessa floresta, mesmo com sinais de pressão antrópica. Em estudos realizados por Ferreira Júnior *et al.* (2008) em Floresta Tropical Semidecidual submontana em Mato Grosso, este índice foi acima de 3,11, o que indica formações vegetais bem conservadas. Eles atribuíram esta resposta positiva também ao constatarem a uniformidade ( $J'=0,74$ ) nas proporções do número de indivíduos/número de espécies dentro da comunidade vegetal. Isto porque a equitatividade é diretamente proporcional à riqueza e antagônico à dominância absoluta (Uhl e Murphy, 1981), ou seja, a área basal. Pode-se considerar que a área objeto do presente estudo também apresentou homogeneidade de distribuição espacial das espécies, embora com menor área basal se comparada com outros estudos, evidenciada também pela alta uniformidade ( $J'=0,73$ ), o que significaria dizer que seria necessário mais 26% de espécies ou aproximadamente quinze (15) para atingir a diversidade máxima da comunidade vegetal. Acredita-se que isto se deva a grande dominância por poucas espécies, demonstrando característica de área degradada. Poderia ser esperada uma densidade de indivíduos maior que a encontrada. Entretanto sabe-se que densidades, mais ou menos elevadas assim como área basal dos indivíduos, podem ser explicadas por altura e diâmetros padrões da floresta estacional semidecidual na sua regionalidade (Lima *et al.*, 2012) ou mesmo pela influência maior ou menor da área de contato, conforme evidenciado por Silva (2011) ao identificar elevadas riquezas, diversidade e densidade devido a contribuição ecotonal na arquitetura das árvores de cerrado

sentido restrito e fatores ambientais. Do exposto, pode-se inferir que, florísticamente, a RL mantém sua vegetação de Floresta Estacional Semidecídua relativamente rica e diversa, mas com sinais de degradação, mesmo com padrões aproximados àqueles já apresentados em vários estudos conduzidos no Bioma Cerrado, Amazônico e em outros países para a mesma fitofisionomia (Tabela 2).

**Tabela 2.** Riqueza e diversidade de Floresta Estacional Semidecidual, área de Reserva Legal (RL) de assentamento rural do sul do Tocantins, Bioma Cerrado, Brasil e de outros estudos.

Referência	Localidade/Bioma	Riqueza de espécies (S)	Índice de diversidade de Shannon (H')	Índice de Equitabilidade (J')	Densidade (n.indivíduos/ha)	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)
Este estudo (2014)	Floresta Estacional Semidecídua/RL Tocantins/Cerrado/Brasil	61	2,98	0,73	686	24,29
RODRIGUES e GALVÃO (2006)	Floresta Estacional Semidecídua /RL recuperada/São Paulo/Mata Atlântica/Brasil	956	3,09	-	724	61,00
FERREIRA JÚNIOR <i>et al.</i> (2008)	Floresta Estacional Semidecídua/Mato Grosso/Mata Atlântica/Brasil	92	3,35	0,74	217	-
LIMA <i>et al.</i> (2012)	Floresta Seca/Amazonas/bioma Amazônico/Brasil	45	-	-	440	30,20
SOUZA <i>et al.</i> (2003)	Floresta Estacional Semidecídua/Minas Gerais/Mata Atlântica/Brasil	140	4,25	0,86	1487	31,03
NASCIMENTO, ELFIL e MEIRELLES (2004)	Floresta Estacional Semidecídua/Goiás/Bioma Cerrado/Brasil	52	-	-	663	19,36
SUKUMAR <i>et al.</i> (1998)	Floresta Estacional Semidecídua/Índia	72	-	-	518	25,92
SILVA (2011)	Ecótono cerrado <i>sensu stricto</i> - Floresta Estacional/Tocantins/Bioma Cerrado/Brasil	71	3,48	0,82	1518	19,03

Algumas espécies inventariadas devem ser destacadas pelo endemismo nesse tipo de fitofisionomia no Tocantins como *Siparuna guianensis*, Siparunaceae de importância ecológica e medicinal; *Physocalymma scaberrimum*, Lytraceae, pela resiliência na vegetação tocantinense diante do alto valor comercial da madeira; *Tetragastris altissima*, Burseraceae, até o momento ainda não tinha sido inventariada no sul do Tocantins, mas foi abundante na área estudada embora na região seja alvo de corte para lapidados; *Alibertia macrophylla*, Rubiaceae, representando espécies protegidas pela constituição do Tocantins de 1989, de significativa importância ecológica e aparecendo em abundância

na área; contrariamente, têm-se *Vitex polygama*, Lamiaceae, considerada rara no presente estudo (Tabela 3). A relação das espécies (61) arbórea-arbustivas difere muito das relações dispostas para Florestas Estacionais em vários estudos: Estado do Tocantins com inventário realizado na mesma faixa sul e bacia Rio Santo Antônio apresentando em comum somente 16 espécies somados à coincidência em mais 6 gêneros (Haidar, Dias e Felfili, 2013a); Estado do Amazonas, Manaus, com inventário realizado em parque fenológico da Embrapa visando banco de matrizes e de sementes, a coincidência foi apenas por gênero e família, *Unonopsis*, Annonaceae, *Protium*, Burseraceae, *Inga*, Fabaceae, *Virola*, Myristicaceae, *Pouteria* e *Chrysophyllum*, Sapotaceae, *licania*, Chrysobalanaceae, *Apeipa*, Malvaceae (Silva, Matos e Ferreira, 2008); Estado de Goiás, divisa ao sul Tocantins e fora da abrangência da Amazônia Legal, ao realizar inventário em Floresta Estacional Decídua tendo como única espécie em comum *Alibertia macrophylla*, também elencada pelo seu valor ecológico; Estado do Mato Grosso, ao inventariar área de Reserva Legal em propriedade privada em região de alta tensão ecológica, sendo comuns a este estudo a presença das espécies *Physocalymma scaberrimum* e *Zantboxylum rhoifolium*, sendo esta uma Rutaceae medicinal (FERREIRA JÚNIOR *et al.*, 2008). Destaca-se um dos raros estudos no País abordando plantas de usos múltiplos em Reserva Legal, realizado em cerrado sentido restrito, Estado do Maranhão vizinho ao Tocantins, também na região norte e Amazônia Legal, onde as espécies *Himatanthus obovatus*, Apocynaceae, *Copaifera langsdorffii*, Caesalpinaceae, *Terminalia fagifolia*, Combretaceae, *Schefflera macrocarpa*, Araliaceae são comuns a este estudo bem como são medicinais (AQUINO, WALTER e RIBEIRO, 2007).

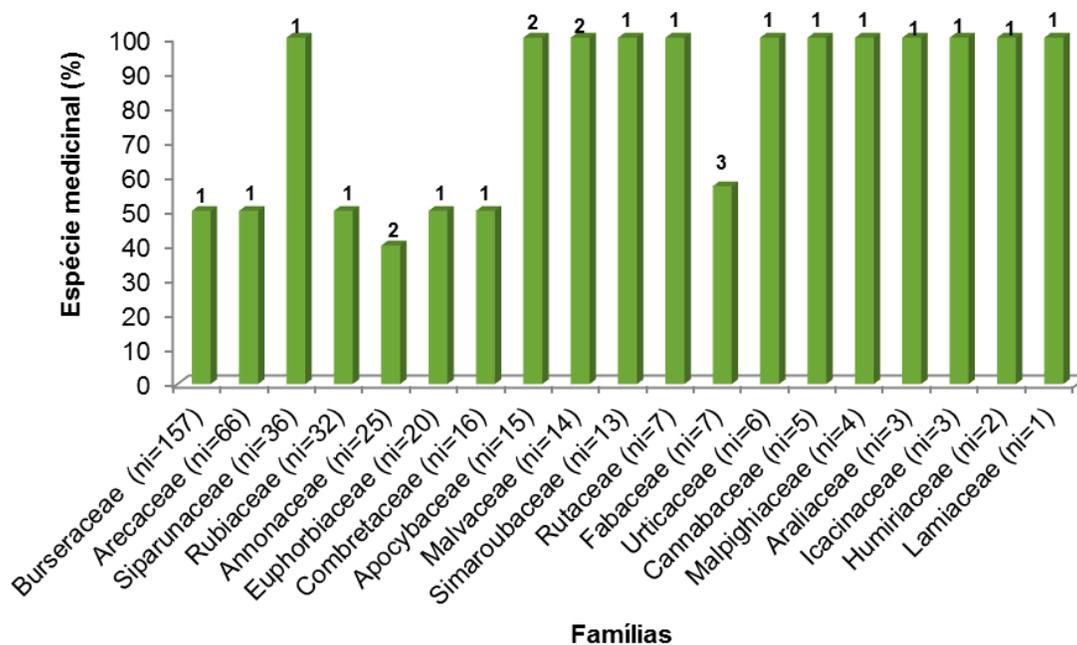
Quanto ao número de famílias (31) inventariadas com 01 indeterminada na RL, pode se considerar que a diversidade vegetal da área está concentrada em poucas famílias (Tabela 3). A família com maior número de espécies identificadas foi a Fabaceae (7) e mais 5 identificadas apenas ao nível de gênero, Annonaceae (5), seguidas por Chrysobalanaceae (3), Myrtaceae (3) identificada ao nível de gênero, demais famílias com 2 e 1 espécie. Chama a atenção o reduzido número (2) de espécies de 10 famílias (Burseraceae, Sapotaceae, Arecaceae, Combretaceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Ebenaceae, Lauraceae e Moraceae) e das outras dezesseis famílias (Simaroubaceae, Siparunaceae, Phyllanthaceae, Lythraceae, Humiriaceae, Rutaceae, Malpighiaceae, Araliaceae, Cannabaceae, Urticaceae, Icacinaceae, Elaeocarpaceae, Dichapetalaceae, Lamiaceae, Myristicaceae, Clusiaceae e Melastomataceae) todas estas com apenas 1 espécie representada na amostra. Neste tipo de Floresta, poucas famílias também foram relatadas em estudos anteriores sendo Fabaceae, com 10 espécies, seguida de Myrtaceae e Sapindaceae com 6 cada; Anacardiaceae, Saliaceae e Rubiaceae com cinco e Bignoniaceae com 4 espécies, isto nas condições nordestinas de Pernambuco em avaliações da

fitossociologia de espécies arbóreas adultas sob efeito de borda do fragmento seguindo de análise de similaridade florística, confirmando formações de micro-habitats em seu interior devido às perturbações na área (HOLANDA *et al.*, 2010). Na região sudeste do País, Estado de São Paulo, este tipo de vegetação foi significativamente (79%) representado pelas famílias Rubiaceae (25 espécies) e Myrtaceae (21 espécies), dentre um universo de 264 espécies arbustivo-arbóreas inventariadas, pertencentes a 58 famílias (PINHEIRO e MONTEIRO, 2008).

Em fitofisionomias de florestas tropicais de terra firme é comum a característica de poucas famílias reunindo grande número de espécies, que ocorrem em baixa densidade, ou seja, alta diversidade representada por poucos indivíduos de cada espécie (GALVÃO e RODRIGUES, 2006; SILVA, MATOS e FERREIRA, 2008). Nestes ambientes, há uma distribuição desigual com poucas espécies contendo muitos indivíduos e um grande número de espécies com um número reduzido de indivíduos, podendo ser consideradas raras localmente (FELFILI e FELFILI, 2001). Esta situação coloca espécies raras na linha de risco de desaparecimento em caso de desmatamento, fato ainda muito frequente no Brasil, no Tocantins e na realidade local investigada. Apresenta, também, vulnerabilidade mediante manejo inadequado de áreas com uso permitido restrito, onde o corte raso de uma única espécie em larga escala gera perda de recurso genético e causa modificação de habitats.

As famílias Burseraceae e Sapotaceae estão representadas respectivamente por apenas 2 espécies - *Protium unifoliolatum* com 2 indivíduos e *Tetragastris altissima* com 157; *Chrysopyllum marginatum* com 112 e *Pouteria* sp., apenas com 1 exemplar. As famílias com elevada ocorrência de indivíduos tem sua distribuição mais ampla na área.

A área de RL está bem representada nas famílias inventariadas enquanto guarda ou reservatório de plantas medicinais. Tem-se uma vantagem pela disponibilidade deste importante recurso para uso sustentável, inclusive pela exploração da bioatividade dessas plantas, podendo ser uma das motivações para conservação da sua biodiversidade. Mais da metade (57,5%) das famílias que apresentaram espécies medicinais, dezenove (19) de um total de trinta e três (33), estão representadas na área e guardam 44% (27) do total de espécies (61) e aproximadamente 63% (432) do total de indivíduos (686) inventariados, cujas representações mais expressivas foram das famílias Burseraceae, Arecaceae e Siparunaceae (Figura 9).

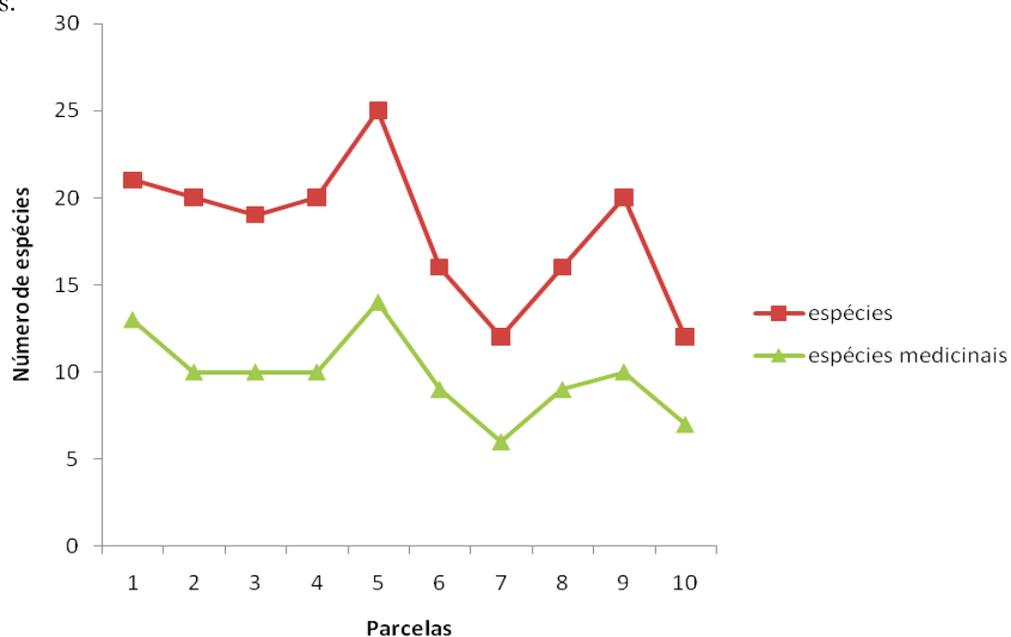


**Figura 9.** Famílias, espécies e número de indivíduos (ni) medicinais na RL de Floresta Estacional Semidecídua, bioma Cerrado, Tocantins, Brasil.

É importante o conhecimento da disponibilidade dessas famílias botânicas na RL por 4 motivos essenciais: 1. Trata-se de um reservatório medicinal *in locu*, resguardado em área protegida por legislação vigente no País; 2. Ainda não foram realizados estudos sobre o aspecto da prospecção medicinal de algumas famílias, como Siparunaceae, e em escala regional, Simaroubaceae; 3. Existem famílias botânicas, como Rutaceae, onde praticamente todas as suas espécies são reconhecidamente biosintetizadora de metabolitos secundários biologicamente ativos, inibindo crescimento de parasitas (Novais *et al.*, 2003), sendo a espécie *Zanthoxylum rhoifolium*, inventariada neste estudo, ainda pouco estudada neste aspecto; 3. Existem famílias, como Burseraceae, que apresentam estudos de comprovação de atividade biológica de espécies representantes, entretanto, para a espécie inventariada (*Tetragastris altissima*) há total ausência de conhecimento científico sobre a sua atividade medicinal, embora usada por comunidades indígenas. Portanto, conhecer a riqueza de um remanescente florestal por famílias botânicas de interesse medicinal significa economia de esforços e poderá direcionar estudos com produtos naturais.

Em RL do Bioma Cerrado, também, instaladas em regime de condomínio e em assentamentos rurais Aquino, Walter e Ribeiro (2007) identificaram 2.692 indivíduos arbóreos arbustivos, 69 espécies e 39 famílias ao amostrarem 1,28 ha com fator de inclusão de diâmetro maior que 3 cm, sendo 50% de espécies de uso medicinal, levando-os a concluir que seus dados são relevantes para que as reservas legais sejam de forma efetiva utilizadas como ferramenta para proteger os recursos naturais,

permitindo seus usos de forma restrita e direcionadas por planos de manejo. No presente estudo, o quantitativo de espécies medicinais em relação ao total amostrado (Figura 10) aproxima-se da metade em todas as parcelas, sendo o resultado similar àqueles já publicados, embora com riqueza variando entre as mesmas.



**Figura 10.** Curva de distribuição do número de espécie arbórea-arbustiva medicinal e não medicinal nas 10 parcelas da RL de Floresta Estacional Semidecídua, Tocantins, Brasil.

## FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS MEDICINAIS LENHOSAS

Estudos fitossociológicos permitem conhecimento da organização estrutural das populações de espécies arbustivo-arbóreas, que é a base para a definição de estratégias de manejo e conservação de remanescentes florestais e restauração florestal em áreas degradadas (PINTO *et al.*, 2007).

A estrutura horizontal das espécies lenhosas arbórea-arbustivas presentes na RL de Floresta Estacional Semidecidual, analisada por meio dos parâmetros fitossociológicos e a partir deles o IVI e o IVC (Tabela 3), apresenta-se dentro dos padrões para diâmetro (predomínio de 10cm), porém, altura (H) e área basal (DoA) menores em relação à literatura, predominando na comunidade árvores de 10 a 15cm, sendo este fato provavelmente devido aos fatores ambientais locais. A área basal foi menor em relação aos registros anteriores no Tocantins, 14,04 a 37,49 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, realizados por Haidar, Dias e Felfili (2013) e este fato se deve em parte a densidade relativa (DR) e dominância de espécies abustivas ou arboretos como *S. guianensis* e de fuste fino e retílnio de palmeira de alto IVI, *O. distichus*.

As espécies medicinais representam 80% das 10 espécies de maior IVI em ordem decrescente que, em tese, reflete sua importância ecológica para o equilíbrio da flora local, sendo: *Tetragastris altissima*, *Chrysophyllum marginatum*, *Oenocarpus distichus*, *Sclerobium paniculatum*, *Simarouba versicolor*, *Alibertia macrophylla*, *Siparuna guianensis*, *Maprounea guianensis*, *Licania parvifolia* e *Physocalymma scaberrimum*. Partindo do princípio de que o IVI nada mais é do que o resultado da influência relativa de algumas espécies mais frequentes e dominantes de uma comunidade, podemos inferir que nem sempre essa influência é positiva, embora tenha seu valor ecológico. Este resultado do IVI é sugestivo de uma floresta dominada (DeR+FR+DoR) por *T. altissima*, *C. marginatum* e *O. distichus*, representando juntas mais de 50% do total de indivíduos inventariadas que aparecem praticamente em todas as parcelas inventariadas (FA). Este pode ser fator resultante de distúrbio na comunidade vegetal ou simplesmente dominância relacionada a sua estabilidade na área, apresentando estratégia de estoque por aglomeração, ou seja, indivíduos próximos uns dos outros como observado em campo. É preciso mais estudos para inferir sobre esta questão.

**Tabela 3.** Relação de Espécies arbórea-arbustivas inventariadas e parâmetros fitossociológicos da Floresta Estacional Semidecidual, área de Reserva Legal (RL) de assentamento rural ao sul do Tocantins, Bioma Cerrado, Brasil. N = Número de indivíduos (medicinais\*); IVI = Índice de Valor de importância; IVC= Índice de valor de cobertura , DR = Densidade relativa; FA= Frequência absoluta; FR= Frequência relativa; DoA = Dominância absoluta; DoR= Dominância Relativa; Ht=Altura total; D=diâmetro a 1,30cm do solo.

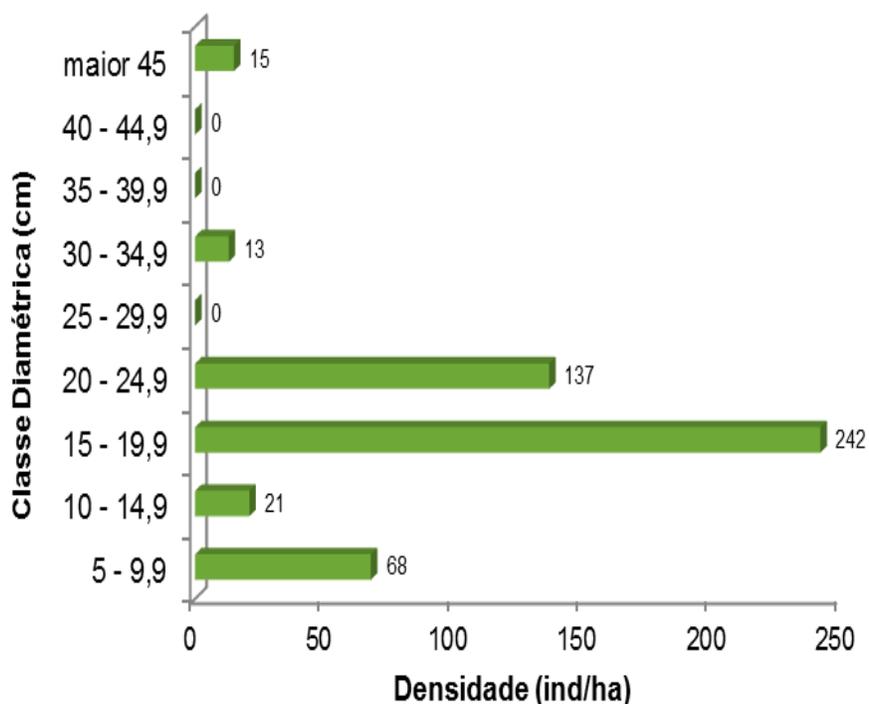
Espécies	N	IVI	IVC	DeR (%)	FA (%)	FR (%)	DoA (m <sup>2</sup> /ha)	DoR (%)	Ht (m)	D (cm)
<b>Burseraceae</b>										
* <i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart	157	47,67	42,14	22,89	100	5,52	4,68	19,26	10,34	17,11
<i>Protium unifoliolatum</i> Engl.	2	0,87	0,32	0,29	10	0,55	0,01	0,03	6,75	6,84
<b>Sapotaceae</b>										
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	112	42,81	38,94	16,33	70	3,87	5,50	22,62	12,17	22,03
<i>Pouteria</i> sp	1	0,83	0,28	0,15	10	0,55	0,03	0,13	8,00	20,37
<b>Arecaceae</b>										
* <i>Oenocarpus distichus</i> Mart.	66	21,10	15,57	9,62	100	5,52	1,45	5,95	12,42	16,56
<i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.	6	2,74	1,08	0,87	30	1,66	0,05	0,21	8,00	9,81
<b>Combretaceae</b>										
<i>Terminalia</i> sp.	15	17,14	14,93	2,19	40	2,21	3,09	12,74	16,73	48,70
* <i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	1	1,59	1,04	0,15	10	0,55	0,22	0,89	23,00	52,52
<b>Fabaceae</b>										
* <i>Sclerobium paniculatum</i> Vogel	25	12,35	9,59	3,64	50	2,76	1,44	5,94	12,00	21,48
* <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	7	5,01	3,35	1,02	30	1,66	0,57	2,33	14,43	31,24

<i>*Hymenaea courbaril</i> L.	2	1,04	0,49	0,29	10	0,55	0,05	0,19	12,50	16,55
<i>Hymenaea</i> sp.	3	1,86	1,31	0,44	10	0,55	0,21	0,87	14,00	25,04
<i>Inga</i> sp.	2	1,42	0,32	0,29	20	1,10	0,01	0,02	6,75	6,05
<i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart.	1	0,72	0,17	0,15	10	0,55	0,00	0,02	10,00	7,96
<i>Inga edulis</i> Mart.	1	0,71	0,15	0,15	10	0,55	0,00	0,01	6,40	5,09
<i>Pterocarpus</i> sp.	1	0,73	0,18	0,15	10	0,55	0,01	0,03	8,00	9,87
<i>Andira</i> sp.	1	0,72	0,16	0,15	10	0,55	0,00	0,02	6,50	7,64
<i>*Dipterys alata</i> Vogel	1	0,75	0,20	0,15	10	0,55	0,01	0,06	10,70	13,05
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	1	0,75	0,20	0,15	10	0,55	0,01	0,05	12,00	12,73
<i>Pterocarpus</i> sp.	1	0,73	0,18	0,15	10	0,55	0,01	0,03	8,00	9,87
<b>Simaroubaceae</b>										
<i>*Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil.	13	10,72	7,95	1,90	50	2,76	1,47	6,06	16,27	34,87
<b>Rubiaceae</b>										
<i>*Alibertia macrophylla</i> K. Schum.	32	10,12	5,14	4,66	90	4,97	0,12	0,48	4,95	6,51
<i>Coussarea hydrangeaeifolia</i> (Benth.) Benth. e Hook. f. ex Müll. Arg.	3	1,63	0,53	0,44	20	1,10	0,02	0,09	7,27	9,23
<b>Siparunaceae</b>										
<i>*Siparuna guianensis</i> Aubl.	36	9,44	5,57	5,25	70	3,87	0,08	0,32	5,38	5,18
<b>Euphorbiaceae</b>										
<i>*Maprounea guianensis</i> Aubl.	19	8,75	5,99	2,77	50	2,76	0,78	3,22	12,21	19,63
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	1	0,90	0,35	0,15	10	0,55	0,05	0,20	15,00	24,83
<b>Phyllanthaceae</b>										
<i>Margaritaria nobilis</i> L. f.	3	1,58	0,47	0,44	20	1,10	0,01	0,04	7,83	5,99
<b>Crhysobalanaceae</b>										
<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	11	6,64	2,77	1,60	70	3,87	0,28	1,17	11,02	16,47
<i>Hirtella gracilipes</i> (Hook. f.) Prance	3	2,15	0,49	0,44	30	1,66	0,01	0,05	7,00	7,11
<i>Licania parvifolia</i> Huber	21	8,48	4,61	3,06	70	3,87	0,38	1,55	9,31	12,30
<b>Lythraceae</b>										
<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl	15	7,87	4,00	2,19	70	3,87	0,44	1,81	12,21	18,02
<b>Ebenaceae</b>										
<i>Diospyros sericea</i> A. DC.	11	6,29	2,97	1,60	60	3,31	0,33	1,37	13,10	16,90
<i>Diospyros burchellii</i> Hiern	3	1,57	1,02	0,44	10	0,55	0,14	0,58	13,83	22,92
<b>Apocynaceae</b>										
<i>*Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	10	5,05	2,29	1,46	50	2,76	0,20	0,83	11,06	14,45
<i>*Aspidosperma discolor</i> A. DC.	5	1,91	0,80	0,73	20	1,10	0,02	0,07	12,10	6,62
<b>Malvaceae</b>										
<i>*Apeiba tibourbou</i> Aubl.	10	4,56	2,90	1,46	30	1,66	0,35	1,44	10,23	19,85
<i>*Guazuma ulmifolia</i> Lam.	4	2,42	0,76	0,58	30	1,66	0,04	0,18	8,25	10,27
<b>Humiriaceae</b>										
<i>*Humiria balsamifera</i> Aubl.	2	4,11	3,01	0,29	20	1,10	0,66	2,71	16,50	64,78
<b>Annonaceae</b>										

<i>Duguetia marCGraviana</i> Mart.	7	4,11	1,34	1,02	50	2,76	0,08	0,32	8,91	11,00
<i>Guatteria</i> sp.	3	1,62	0,52	0,44	20	1,10	0,02	0,08	8,67	7,96
* <i>Unonopsis lindmanii</i> R.E. Fr.	9	4,09	1,88	1,31	40	2,21	0,14	0,56	10,08	11,57
<i>Xylopia</i> sp.	1	0,87	0,32	0,15	10	0,55	0,04	0,17	25,00	23,24
* <i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	5	2,52	0,86	0,73	30	1,66	0,03	0,14	10,40	8,66
<b>Rutaceae</b>										
* <i>Zantboxylum rhoifolium</i> Lam.	7	3,31	1,10	1,02	40	2,21	0,02	0,08	7,33	6,00
<b>Mapighiaceae</b>										
* <i>Byrsonima sericea</i> DC.	4	3,03	1,37	0,58	30	1,66	0,19	0,79	15,00	24,43
<b>Araliaceae</b>										
* <i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. e Schltld.) Frodin	3	2,61	0,96	0,44	30	1,66	0,13	0,52	12,67	19,42
<b>Cannabaceae</b>										
* <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	5	1,35	0,79	0,73	10	0,55	0,02	0,06	8,00	6,24
<b>Urticaceae</b>										
* <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	6	2,32	1,22	0,87	20	1,10	0,08	0,34	10,33	12,87
<b>Icacinaceae</b>										
<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	3	1,98	0,88	0,44	20	1,10	0,11	0,44	14,00	21,11
<b>Elaeocarpaceae</b>										
<i>Sloanea guianensis</i> Aubl.	4	1,48	0,93	0,58	10	0,55	0,08	0,35	11,25	14,01
<b>Dichapetalaceae</b>										
<i>Tapura amazonica</i> Poepp.	2	1,48	0,37	0,29	20	1,10	0,02	0,08	5,45	11,14
<b>Myrtaceae</b>										
<i>Myrcia</i> sp.	1	0,83	0,28	0,15	10	0,55	0,03	0,13	13,00	20,37
<i>Eugenia</i> sp.	1	0,72	0,16	0,15	10	0,55	0,00	0,02	6,00	7,32
<i>Psidium</i> sp.	2	0,94	0,39	0,29	10	0,55	0,02	0,09	12,00	12,10
<b>Lamiaceae</b>										
<i>Vitex polygama</i> Cham.	1	0,74	0,18	0,15	10	0,55	0,01	0,04	8,00	10,82
<b>Myristicaceae</b>										
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	1	0,71	0,16	0,15	10	0,55	0,00	0,01	7,50	6,37
<b>Lauraceae</b>										
<i>Ocotea</i> sp.	1	0,70	0,15	0,15	10	0,55	0,00	0,00	6,40	3,82
<i>Nectandra</i> sp.	1	0,71	0,16	0,15	10	0,55	0,00	0,01	7,50	6,05
<b>Clusiaceae</b>										
<i>Rbeedia gardneriana</i> Planch. e Triana	1	0,71	0,16	0,15	10	0,55	0,00	0,01	4,50	5,73
<b>Melastomataceae</b>										
<i>Mouriri glazioviana</i> Cogn.	1	0,71	0,15	0,15	10	0,55	0,00	0,01	2,50	5,09
<b>Moraceae</b>										
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanj. e Wess. Boer	1	0,71	0,16	0,15	10	0,55	0,00	0,01	6,50	5,73
<b>Indeterminada</b>	9	6,78	3,47	1,31	60	3,31	0,52	2,15	15,11	24,16

## ESTRUTURA DIAMÉTRICA E CONSERVAÇÃO DA RESERVA LEGAL

A distribuição dos indivíduos arbóreo-arbustivos nas classes diamétricas, considerando as 10 espécies do IVI, segue uma tendência de floresta dominada por um número reduzido de poucas espécies (3), apresentando um padrão de distribuição descontínuo com maior concentração de indivíduos nas classes de diâmetro de 5 a 9,9 cm e entre 15 a 24,9 (Figura 11).

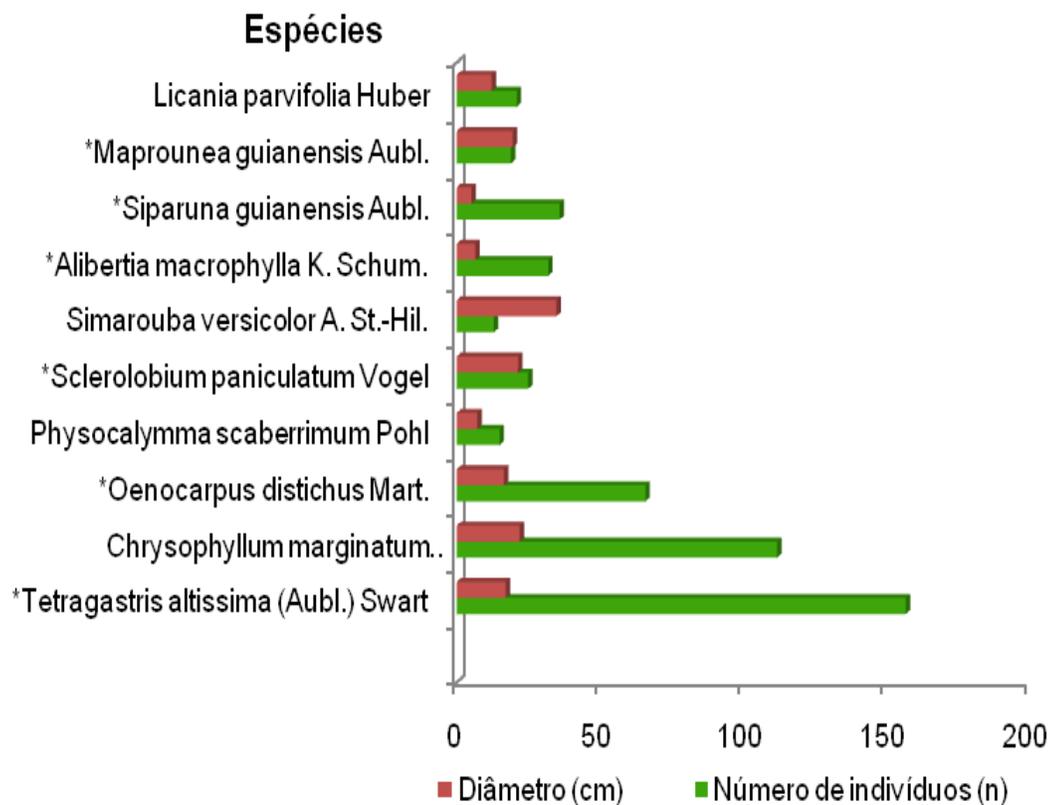


**Figura 11.** Distribuição em classes de diâmetro (cm) dos indivíduos (Ind) amostrados em 1ha e 10 espécies de maior IVI da RL de Floresta Estacional Semidecídua, Tocantins, Brasil.

Em florestas tropicais ocorre dominância por certo número de espécies, entretanto, quando este fato é muito restrito a poucas espécies há comprometimento do funcionamento do ecossistema em comunidades vegetais. Isto porque espécies de plantas diferentes capturam diferentemente os recursos, conduzindo a uma maior eficiência e maior produtividade (SODHI e EHRLICH, 2010).

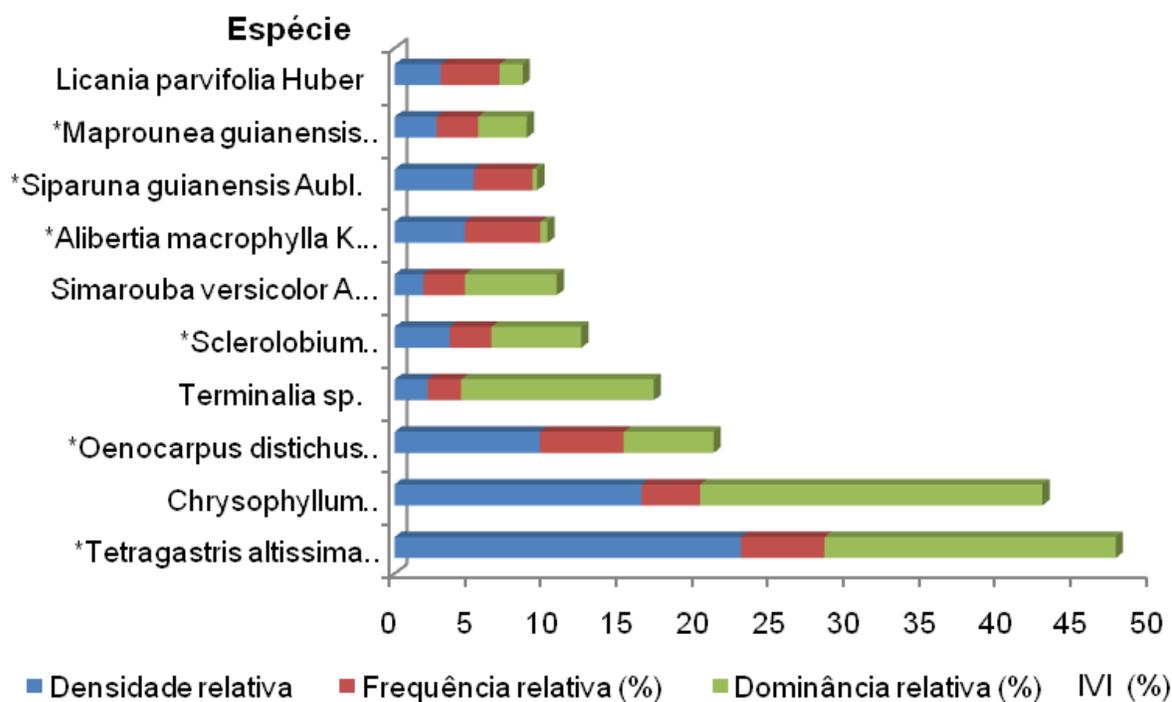
As espécies *T. altissima*, *O. distichus* e *C. marginatum* apresentaram padrão de distribuição horizontal onde seus indivíduos estão nas classes de diâmetros superiores em razão, possivelmente, ao seu estoque e potencial regenerativo, ocupando densamente a área de forma a representar os mais

elevados valores de IVI e IVC, além de representar 49% dos 686 indivíduos inventariados; com poucos indivíduos de *S. versicolor*, espécie cujas plantas são as de fustes mais grossos desta floresta (Figura 12).



**Figura 12.** Padrão de distribuição diamétrica (cm) pela densidade (número de indivíduos/ha) das espécies medicinais e não medicinais da RL de Floresta Estacional Semidecídua, Tocantins, Brasil.

Há uma discrepância desse resultado em relação aos registros na literatura. Em uma floresta estacional mais equilibrada entre estoque, maturidade e potencial regenerativo é comum a estrutura horizontal resultar da concentração de um número mais reduzido de indivíduos para mais espécies (Silva, Matos e Ferreira, 2008; Silva, 2011; Haidar, Dias e Felfili, 2013), como 29% de indivíduos concentradas em 10 espécies e representando 88% dos valores de IVI (Silva, Matos e Ferreira, 2008), onde a dominância relativa não fica restrita a tão poucas espécies como no presente estudo (Figura 13).



**Figura 13.** Padrão de distribuição diamétrica (cm) das espécies medicinais\* e outras da RL de Floresta Estacional Semidecídua, composto por densidade (número de indivíduos/ha), frequência e dominância relativas.

A dominância referida, mesmo existindo, neste momento ainda não compromete significativamente a distribuição horizontal da comunidade vegetal. Isto porque as 10 espécies de maior importância ecológica na área apresentam frequência relativa variando entre 22 a 55% e classes diamétricas mais concentradas nos valores entre 10 e 30 cm, tendo semelhança a estudos regionais recentes realizados por Haidar, Dias e Felfili (2013) para florestas estacionais em bom estado de conservação. Foi possível inferir sobre a perturbação da área, mas, é preciso mais estudos envolvendo avaliações de sucessão ecológica, analisando por espécie a distribuição diamétrica e assim classificando a floresta quando ao seu estágio sucessional, sua conservação e os processos naturais de regeneração, além de monitoramento de longo prazo contemplando escalas temporais.

Mas o fato é que há indícios de distúrbios na área, o que compromete a conservação da biodiversidade do remanescente florestal. Observou-se no campo que espécies como a *S. guianensis* está representada na área com mais indivíduos e em maior densidade que amostrada, entretanto, o fator de inclusão do diâmetro (DAP= 5 cm) não contemplou indivíduos mais novos, o que também pode ser indicio de uma lacuna sucessional. O mesmo ocorre com *A. macrophylla*, porte também

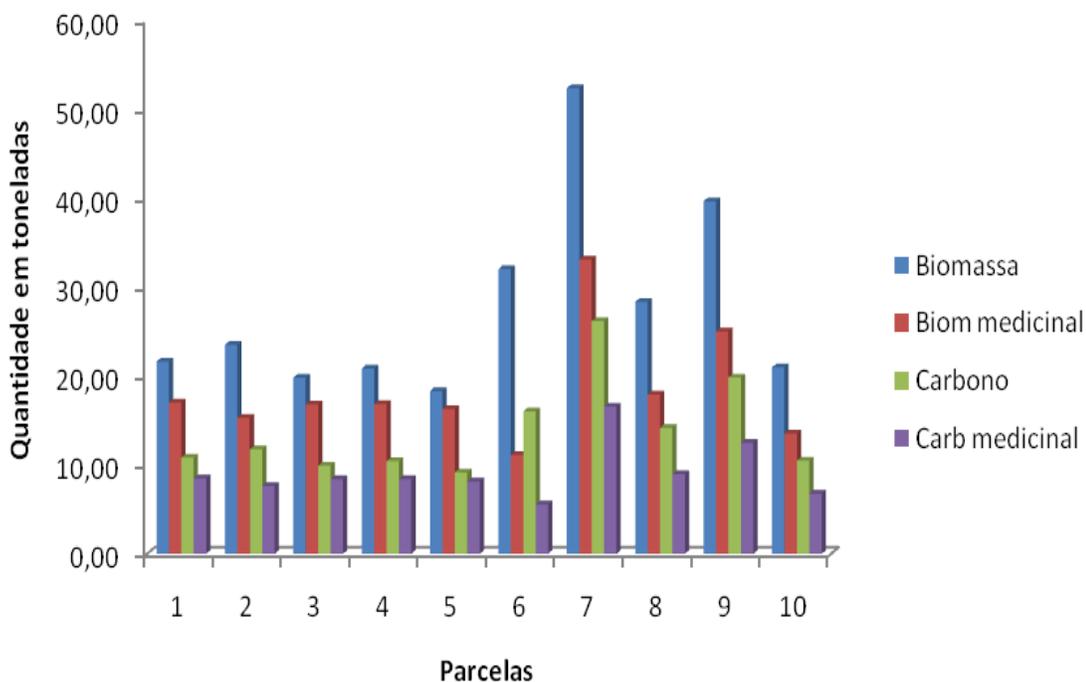
variando entre arbustivo e arbóreo sendo de fuste fino, embora tenha elevada frequência na área, é pouco dominante. O padrão fitossociológico apresentado por essas espécies possivelmente tenha se configurado devido a maior sensibilidade às queimadas, fato ocorrido na RL em 2012 conforme relatos locais. Outras espécies parecem apresentar padrão resultante de distúrbio na área: árvores do gênero *Terminalia* embora alcançando as mais elevadas classes de diâmetro (48,7cm), apresentam-se com poucos indivíduos (n=15), presentes em apenas 40% da área amostrada, o que demonstra fragilidade na manutenção da diversidade e riqueza de uma espécie talvez rara. Neste caso, pelo diâmetro considerável, não se atribui restrições referente ao critério de inclusão da classe diamétrica sendo facilmente incluído caso houvesse comportamento de sucessão ecológica. Uma das hipóteses é que devido ao alto valor comercial da sua madeira, tenha sofrido corte raso em escala anos atrás.

O cenário sugestivo de área de floresta com RL com certo distúrbio é preocupante, embora ainda seja relativamente rica e diversa floristicamente. As intervenções antrópicas nessas florestas estacionais têm provocado seu desaparecimento no Brasil. Isto porque foram e continuam sendo preferenciais para atividades agropecuárias, historicamente abertas para processos produtivos conduzidos por grandes produtores rurais e/ou empresas. Isto se deve a rica fertilidade dos solos e relevo plano, sendo as tipologias de florestas mais devastada no Estado de São Paulo e em toda a sua área de ocorrência natural, que compreende parte de Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Goiás, Bahia e Espírito Santo, além de países vizinhos como Paraguai e a Argentina (Durigan *et al.*, 2000) e mais recentemente (Haidar, Dias e Felfili, 2013) catalogada no Estado do Tocantins e, pela primeira vez, no município de Gurupi, sendo um remanescente raro. É importante ressaltar que os agricultores familiares vêm comprometendo a conservação da área em questão pelos usos indevidos, especialmente corte de árvores, porém, a devastação desse tipo de floresta vem ocorrendo no Brasil devido aos grandes empreendimentos agropecuários. De qualquer forma são dois distintos grupos sociais que precisam mudar culturalmente o seu modo de ver as áreas de relevante interesse para conservação da biodiversidade.

## BIOMASSA MEDICINAL E CARBONO NA PORÇÃO AÉREA DA VEGETAÇÃO

A biomassa medicinal e o carbono orgânico da parte aérea viva (arbustos e árvores), com Diâmetro a Altura do Peito (DAP) em um hectare amostrado como média das 10 parcelas na RL de Floresta Estacional Semidecidual, foi respectivamente igual a 183,2 e 91,51 ton. ha<sup>-1</sup> com variações por

parcelas (Figura 14). Essa biomassa medicinal representou 66% de toda biomassa (277,55 ton. ha<sup>-1</sup>) e carbono (138,78 ton. ha<sup>-1</sup>) da área amostrada (1ha).



**Figura 14.** Biomassa aérea seca e carbono orgânico total e medicinal de espécies lenhosas vivas de floresta Estacional Semidecídua em 10 parcelas permanentes de área de Reserva Legal de assentamentos rurais do sul do Tocantins, Cerrado, Brasil, 2014.

Pode-se inferir que a RL de Floresta Estacional Semidecídua tem reservatório de biomassa e carbono maior que àqueles já inventariados na faixa sul do Estado do Tocantins (BA=135,95 e CA=67,98 ton.ha<sup>-1</sup>; Haidar, Dias e Felfili, 2013), na Mata Atlântica do Estado de Minas Gerais (BA=80,41 ton.ha<sup>-1</sup> e CA=72,80 ton.ha<sup>-1</sup>; Torres *et al.*, 2013), na Floresta Estacional Semidecídua, Estado de Minas Gerais para fustes sem casca (BA=166,67 ton.ha<sup>-1</sup> e CA=83,34 ton.ha<sup>-1</sup>) e pouco abaixo daqueles estoques da Floresta Amazônica (BA=252,6 e CA=123,3 ton.ha<sup>-1</sup>), o que é justificável por se tratar de uma floresta de savana. Confere importante reservatório de fixação de CO<sub>2</sub> atmosférico através da fotossíntese, reforçando o papel das árvores e arbustos da floresta no armazenamento de carbono terrestre, diante da predominância de carbono na formação da vida e na

regulação do clima e por outro lado as constantes perturbações climáticas ainda decorrentes da área pré-industrial, com comprometimento do futuro da humanidade (SODHI e EHRLICH, 2010).

O padrão de comportamento da biomassa e respectivo carbono foram determinados pela área basal ( $m^2/ha$ ) dos indivíduos que compõem a riqueza das espécies presentes nas parcelas 1 a 10, sequencialmente sendo: 1,75 (1); 1,86 (2); 1,68 (3); 1,69 (4); 1,63 (5); 2,86 (6); 4,64 (7); 2,66 (8); 3,56 (9); 1,98 (10). Isto decorre, mais uma vez, da forte influência pela elevada densidade e frequência do número de indivíduos das três espécies já referidas (*T. altissima*; *C. marginatum* *O. distichus*), representando juntas 92% da área basal da floresta. Isto fortalece a premissa já levantada anteriormente quanto à dominância destas espécies na área analisada (Tabela 4), o que justifica o padrão de distribuição da biomassa e carbono entre as parcelas amostradas.

**Tabela 4.** Quantitativo de indivíduos das três espécies dominantes na RL e representatividade (%) nas 10 parcelas inventariadas.

Parcela/Espécie	<i>Tetragastris altissima</i> (a)	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (b)	<i>Oenocarpus distichus</i> (c)	% (a+b+c)	Total geral
1	17	-	4	(31,3%) 21	67
2	28	-	4	(43,83%) 32	73
3	23	1	9	(47,05%) 32	68
4	15	1	7	(34,32%) 23	67
5	1	-	4	(8,19%) 5	61
6	13	40	5	(70,73%) 58	82
7	19	18	12	(68,05%) 49	72
8	6	15	16	(64,91%) 37	57
9	29	26	2	(55,88%) 57	102
10	6	11	3	(54,05%) 20	37
<b>Total (1ha)</b>	<b>157</b>	<b>112</b>	<b>66</b>	<b>(48,8%) 335</b>	<b>686</b>

Chama a atenção neste estudo a considerável biodisponibilidade da biomassa medicinal (3.300kg/ha) e carbono (1.650 kg/ha) das plantas da espécie *S. guianensis* na área de RL inventariada com Floresta Estacional Semidecídua, estando entre aquelas de maior importância ecológica, por ser um arbusto de crescimento relativamente rápido e fenologia já estudada por Valentini *et al.* (2013), o que reforça as perspectivas de explorar melhor seus usos mediante as indicações terapêuticos locais e seu potencial antimicrobiano. Isto confere a espécie um interesse particular, sendo sugestivo de novos estudos relativos à matéria prima medicinal e bioatividade a partir de extratos brutos e óleo essencial, abrindo possibilidades para que sejam melhores analisadas as potencialidades e os usos de recursos biológicos de áreas de RL em assentamentos rurais.

Em relação à estimativa da biomassa acima do solo foi utilizada a área basal como variável dependente, sendo esta alternativa recomendada por envolver apenas 02 fontes de erro, que é o diâmetro e a altura da planta. Esta indicação parte de estudos anteriores realizados também no âmbito

do Bioma Cerrado em inventário de árvores com DAP > 5 cm e identificação de 18 espécies (de um total de 47) cuja contribuição foi mais de 75% de área basal, com precisão de inventário aceitável,  $r^2 = 0.898$  e o  $S = 0.371$  (RIBEIRO *et al.*, 2011).

A equação alométrica utilizada foi capaz de estimar a biomassa medicinal e o carbono orgânico das espécies inventariadas com precisão aceitável no contexto de métodos indiretos. Lima *et al.* (2012) analisou em florestas secas da Amazônia 6 modelos de regressão, já testados tanto nas florestas brasileiras quanto colombianas, malásias e japonesas, chamando a atenção para a altura e o diâmetro das árvores enquanto variáveis que influenciam fortemente o resultado da biomassa e do estoque de carbono, necessitando de estimativas mais apuradas de larga escala para determinação de estoque de carbono na Amazônia. Da mesma forma, Ribeiro *et al.* (2011) ao realizar estimativas de biomassa e carbono no Bioma Cerrado apresentam em seu estudo análise de 5 modelos diferentes já testados anteriormente, optando por usar a área basal como variável independente conseguindo comparativamente aos demais modelos o melhor resultado ( $r^2=0,93$ ;  $S=0,22$ ). Portanto, acredita-se que o modelo escolhido no presente estudo atendeu aos atuais padrões, permitiu comparações com estudos anteriores bem como admitiu erro decorrente das regionalizações interferindo na arquitetura das espécies lenhosas, salvaguardando as questões inerentes à genética das espécies. Seu resultado pode ser também útil na busca de padrões para estimar biomassa seca e estoque de carbono para florestas secas, considerando as escalas regionais.

## CONCLUSÃO

No Estado do Tocantins são raríssimos os fragmentos de Floresta Estacional Semidecídua principalmente em áreas protegidas, como é o caso de Reserva Legal. Este fragmento de floresta pode ser considerado relativamente rico em espécies e diversidade ainda mantida, embora apresentando sinais de distúrbios. A sua estrutura horizontal é sugestiva de condições de regeneração biótica, mas com forte tendência de continuar sendo uma floresta dominada por poucas espécies, sendo este um sinal de degradação, o que requer mais ainda a eliminação dos eventos de perturbação advindos da queimada e do corte raso, ainda vigente mesmo que proibitivo na atualidade. É um importante reservatório de plantas medicinais visto que mais da metade (57,5%) das famílias que apresentaram espécies medicinais, dezenove (19) de um total de trinta e três (33), estão representadas na área e guardam 44% (27) do total de espécies (61) e 63% (432) do total de indivíduos (686).

A produtividade medicinal foi alta para este tipo de fitofisionomia, onde a reserva para biomassa foi de 183,2 ton. ha<sup>-1</sup> e para carbono foi de 91,51 ton. ha<sup>-1</sup>, representando 66% de toda biomassa e carbono desta floresta de Cerrado. Tem-se evidência que fundamenta um debate envolvendo a comunidade assentada rural, visando sensibilização para a coresponsabilidade pela conservação da área bem como geração e institucionalização de instrumentos políticos de benefícios ao produtor rural. É importante o desenvolvimento de tecnologias sociais a partir das plantas medicinais, tais quais testes com extratos brutos e óleos essenciais de plantas potenciais para controle de pragas nos sistemas produtivos e/ou usos na melhoria da saúde da população, seguindo as diretrizes da Política Nacional de Plantas medicinais e Fitoterápicos, no que tange aos sistemas produtivos de base sustentável a partir do manejo em ecossistemas naturais. Estudos prospectivos podem subsidiar debates em torno de políticas setoriais por meio de projetos ou programas que interessam aos sistemas produtivos familiares, como repartição de benefícios.

O conhecimento científico de plantas nativas em diferentes formações vegetais, sejam elas florestais ou campestres, ainda é escasso. O que ratifica a importância da conservação de fragmentos florestais, pois são redutos de espécies nativas, raras e de distribuição restrita, sendo provedores de biomassa e de carbono e assim contribuindo para minimização dos efeitos das mudanças climáticas locais e globais. Sugere-se continuidade dos estudos na área, considerando as parcelas permanentes desta pesquisa, visando monitorar a dinâmica da vegetação arbórea-abustiva, por meio da verificação das taxas de recrutamento e mortalidade. Este foi um estudo que abriu perspectivas para realização de bioensaio, neste momento, com extrato foliar e óleo essencial de *S. guianensis*, espécie medicinal nativa que está entre as dez (10) de maior importância ecológica na RL, tendo em vista sua considerável biomassa medicinal, propriedades antimicrobianas ainda pouco conhecidas e o potencial de aplicações futuras no âmbito da saúde e da agroecologia.

## REFERÊNCIAS

AMARO, M.A. *et al.* Estoque volumétrico, de biomassa e de carbono em uma Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, n.5, p.849-857. 2013.

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, n. 161, p. 105-121, 2009.

AQUINO, F.G.; WALTER, B.M.T.; RIBEIRO, J.F. Dinâmica de populações de espécies lenhosas de cerrado, Balsas, Maranhão. **Revista Árvore**, n.5, p.793-803, 2007.

AQUINO, F.G.; OLIVEIRA, M.C. **Reserva legal no bioma cerrado: uso e preservação**. Planaltina, DF: Embrapa cerrados. 2006. 25p.

BACHA, C.J.C. Eficácia da política de Reserva Legal no Brasil. **Teoria e Evidência Econômica**, n.25, p.9-27, 2005.

BARREIRO, E.J.; BOLZANO, V.S. Biodiversidade: fonte potencial para a descoberta de fármacos. **Química Nova**, n.3, p.679-88, 2009.

BORCHERT, R.; RIVERA, G.; HAGNAUER, W. Modification of Vegetative Phenology in a Tropical Semi-deciduous Forest by Abnormal Drought and Rain. **Biotropica**, n.1, p. 27- 39, 2002.

BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical Ecology with R**. Springer: NY, London. 2011.381p.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012: Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166- 67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm). Acesso em: 10 jan. 2014.

BRASIL. Medida Provisória nº 571, de 25 de maio de 2012. Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Mpv/571.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Mpv/571.htm). Acesso em: 16 jan. 2014.

BROWN, S. Estimating Biomass and biomass Change of Tropical Forests: a Primer. FAO. **Forestry Paper** 139, Rome, Italy, 1997. p.55.

CARVALHO, P.E.R. Técnicas de recuperação e manejo de áreas degradadas. In: Galvão, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: Embrapa, 2000. p. 251-268.

COLE, M.M. **The savannas: biogeography and geobotany**. Academic Press, London. 1986. 438 p.

DURIGAN, G. *et al.* Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, n. 23, p.369-381, 2000.

FELFILI, J.M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R.F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2005. 55p.

FELFILI, J.M. *et al.* Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brazil. **Plant Ecology**, n. 175, p.37-46, 2004.

FELFILI, J.M.; FELFILI, M.C. Diversidade Alfa e Beta no cerrado *sensu stricto* da Chapada Pratinha, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, n.2. 2001. p. 243-254.

FELFILI, J.M.; SILVA JUNIOR, M.C. da. Distribuição dos diâmetros numa faixa de cerrado na fazenda água limpa (FAL) em Brasília-DF. **Acta Botanica Brasílica**, n.1-2, p.85-104, 1988.

FELFILI, J.M.; REZENDE, R.P. **Conceitos e métodos em fitossociologia. Comunicações Técnicas Florestais**. UnB: Brasília-DF, Departamento de Engenharia Florestal, v. 5, n.1. 2003. 68 p.

FERREIRA JÚNIOR, E.V. *et al.* Composição, diversidade e similaridade florística de uma floresta tropical semidecídua submontana em Marcelândia – MT. **Acta Amazonica**, n.4, p.673-680, 2008.

FURLEY, P.A. The nature and diversity of neotropical savanna vegetation with particular reference to the Brazilian cerrados. **Global Ecology and Biogeography**, n.3-4, p. 223–241, 1999.

GANEN, R.C. **Políticas de Conservação da biodiversidade e conectividade entre remanescentes do Cerrado**. Brasília: UnB/CDS (Tese de doutorado). 2007.

GANEN, R.C.; DRUMMOND, J.A.; FRANCO, J.L. A. Conservation policies and control of habitat fragmentation in the Brazilian cerrado biome. **Ambiente & Sociedade**, n. 3. p. 99-118, 2013.

GOMES, A.P.C.; SOUZA, A.L.; MEIRA NETO, J.A. Alteração estrutural de uma área florestal explorada convencionalmente na bacia do Paraíba do Sul, Minas Gerais, nos domínios de Floresta Atlântica. **Revista Árvore**, n.3, p.407-417, 2004.

Haidar, R.F.; DIAS, R.R.; FELFILI, J.M. Mapeamento das Regiões Fitoecológicas e Inventário Florestal do Estado do Tocantins. In: Inventário Florestal do Tocantins. Palmas/Diretoria de Zoneamento Ecológico – DEZ. **Série Tocantins – Recursos Naturais/Vegetação** v.7/9, 2013a. 156p.

Haidar, R.F. *et al.* Florestas estacionais e áreas de ecótono no estado do Tocantins, Brasil: parâmetros estruturais, classificação das fitofisionomias florestais e subsídios para conservação. **Acta Amazônica**, n. 3, p. 261-290, 2013b.

HIGUCHI, N. *et al.* Biomassa da parte aérea da vegetação da Floresta Tropical Úmida de Terra-Firme da Amazônia Brasileira. **Acta Amazônica**, n.2, p.153-166, 1998.

HOLANDA, A.C. de et al . Estrutura de espécies arbóreas sob efeito de borda em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Pernambuco. **Revista Árvore**, n. 1, p.103-114, 2010.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description analyses**. Behaven Press, London. 1992. 363pp.

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

KUNZ, S.H. *et al.* Aspectos florísticos e fitossociológicos de um trecho de Floresta Estacional Perenifolia na Fazenda Trairão, Bacia do rio das Pacas, Querência-MT. **Acta Amazônica**, n.2, p.245-254, 2008.

LAURENCE, W.F. **Habitat destruction: death by a thousand cuts**. In: Conservation Biology for All. Edited by: Navjot S. Sodhi and Paul R. Ehrlich. Oxford University Press. 2010. p.73-87.

LE TOURNEAU, F.M.; BURSZTYN, M. Assentamentos rurais na Amazônia: contradições entre a política agrária e a política ambiental. **Ambiente & Sociedade**, n. 1, p. 111-130, 2010.

LIMA, A.J.N. *et al.* Allometric models for estimating above- and below-ground biomass in Amazonian Forests at São Gabriel da Cachoeira in the upper Rio Negro, Brazil. **Forest Ecology and Management**, n.277, p.163-172, 2012.

MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton University Press, NJ. 1988. 179p.

MARTINS-RAMOS, D.; BORTOLUZZI, R.L.C.; MANTOVANI, A. Plantas medicinais de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Altomontana, Urupema, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, n.3, p. 380-397, 2010.

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

MIRANDA, S. do, C. de. **Varição espacial e temporal da biomassa vegetal em áreas de Cerrado**. UnB. Instituto de Ciências Biológicas. (Tese de Doutorado Programa de Pós Graduação em Ecologia). 2012. p.31-43.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley Sons. 1974. 547p.

NASCIMENTO, A.R.T., FELFILI, J. M., MEIRELLES, E. M. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, n. 3, p. 659-669, 2004.

NOVAIS, T.S. *et al.* Atividade antibacteriana em alguns extratos de vegetais do semi-árido brasileiro. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, n. 2, p.05-08, 2003.

OLIVEIRA, I. P.; POMPERMAYER, E. F. A preservação do cerrado e penalidade das leis. **Revista Faculdade Montes Belos**, v. 5, n. 3, p.1-30. 2012

OLIVEIRA, F.X.; ANDRADE, L.A.; FÉLIX, L.P. Comparações florísticas e estruturais entre comunidades de Floresta Ombrófila Aberta com diferentes idades, no Município de Areia, PB, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, n.4, p.861-873, 2006.

OLIVEIRA, S.J.M.; BACHA, C.J.C. Avaliação do cumprimento da Reserva Legal no Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, n.2, p. 177-203, 2003.

OLIVEIRA, T. de; WOLSKI, M. S. Importância da Reserva Legal para a preservação da Biodiversidade. **Vivências**, n.15, p. 40-52, 2012.

PAIVA, A.O; REZENDE, A.V.; PEREIRA, R.S. Estoque de carbono em cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal. **Revista Árvore**, n.3, p.527-538, 2011.

PINHEIRO, M. H. O; MONTEIRO, R. Florística de uma Floresta Estacional Semidecidual, localizada em ecótono savânico-florestal, no município de Bauru, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, n.4, p. 1085-1094, 2008.

PINTO, S.I. do C. *et al.* Estrutura do componente arbustivo-arbóreo de dois estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual na Reserva Florestal Mata do Paraíso, Viçosa, MG, Brasil. **Revista Árvore**, n.5, p. 823-833, 2007.

RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J.F. Analysis of floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: Comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, n.1, p.57-109, 2003.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. DE; RINEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, cap. 6, p. 151-212, 2008.

RIBEIRO, S.C. *et al.* Above- and belowground biomass in a Brazilian Cerrado. **Forest Ecology and Management**, n. 262, p.491-499, 2011.

RODRIGUES, E.R.; GALVÃO, F. Florística e fitossociologia de uma área de reserva legal recuperada por meio de sistema agroflorestal na Região do Pontal do Paranapanema, São Paulo. **Floresta**, n. 2, p.294-303, 2006.

SANT'ANNA, M.A.C.M. *et al.* Percepção da legislação ambiental pelos pequenos proprietários rurais da micro bacia hidrográfica do córrego do grama, município de Coimbra/MG. **Oikos: Revista Brasileira de Economia Doméstica**, n.1, p. 65-100, 2012.

SANTOS, E.S. dos *et al.* Estrutura da espécie *Virola surinamensis* (Rol.) Ward. na floresta estadual do Amapá-Flota/AP. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, n.1, p.48-60, 2013.

SILVA, H., G.; FIGUEIREDO, N de; ANDRADE, G. V. de. Estrutura da vegetação de um cerradão e a heterogeneidade regional do Cerrado no Maranhão, Brasil. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 921-930. 2008.

SILVA, D. M. M. H.; BASTOS, C. N. Atividade antifúngica de óleos essenciais de espécies de *Piper* sobre *Crinipellis pernicioso*, *Phytophthora palmivora* e *Phytophthora capsici*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 143-145, 2007.

SODHI, N.S.; EHRlich, R P. **Conservation Biology for All**. Oxford University Press. 2010. 341p.

SCOLFORO, J.R. *et al.* Diversidade, equabilidade e similaridade no domínio da caatinga. In: MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R.; CARVALHO, L. M. T.(Ed.). **Inventário Florestal de Minas Gerais: Floresta Estacional Decidual - Florística, Estrutura, Similaridade, Distribuição Diamétrica e de Altura, Volumetria, Tendências de Crescimento e Manejo Florestal**.Lavras: UFLA, 2008. cap. 6, p.118-133.

SCHIAVINI, I.; RESENDE, J.C.F. & AQUINO, F.G. Dinâmica de populações de espécies arbóreas em mata de galeria e mata mesófila na margem do Ribeirão Panga, MG. Pp. 267-302. In: J.F. RIBEIRO; C.E.L. FONSECA & J.C. SOUSA-SILVA (eds.).**Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p.267-302, 2001.

SCOLFORO, J.R.S.; PULZ, F.A.; MELO, J.M. **Modelagem da Produção, Idade das Florestas Nativas, Distribuição Espacial das Espécies e Análise Estrutural**. In: Manejo Florestal. UFLA/FAEPE. Lavras, p.189-246. 1998.

SILVA, I de, C. **Caracterização da Vegetação Arbórea em Área de Contato Savana/Floresta Estacional**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, UnB, DF. 2011. 59p.

SILVA, J.F. *et al.* Spatial heterogeneity, land use and conservation in the Cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography**, n. 4, p. 536-548, 2006.

SILVA JÚNIOR, M.C. Fitossociologia e estrutura diamétrica da mata de galeria do Taquara, na reserva ecológica do IBGE, Distrito Federal. **Revista árvore**, n.3, p.419-428. 2004.

SILVA, K.E.; MATOS, F.D.A DE.; FERREIRA, M.M. Composição florística e fitossociologia de espécies arbóreas do Parque Fenológico da Embrapa Amazônia Ocidental. **Acta Amazônica**, n.2, p.213-222, 2008.

SILVEIRA, P. *et al.* O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. **Floresta**, n. 38, p.185-206, 2008.

SOUZA, D.R. *et al.* Análise estrutural em floresta ombrófila densa de terra firme não explorada, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, n.1, p.75-87, 2006.

SOUZA, J.S. *et al.* Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do rio Capivari, Lavras-MG. **Revista Árvore**, n.2, p.185-206, 2003.

SUKUMAR, R. *et al.* **Dynamics of a Tropical deciduous forest: population changes (1988 through 1993) in a 50-ha plot at Mudumalai, Southern Índia**. p. 495-506. In: F. DALLMEIER & J.A. COMISKEY (eds.). Forest Biodiversity research, monitoring and modeling. Man and Biosphere Series, v.20. 1998.UNESCO/Parthenon Publishing Group,Washington DC.

TORRES, C.M.E *et al.* Quantificação de biomassa e estocagem de carbono em uma floresta estacional semidecidual, no Parque Tecnológico de Viçosa, MG. **Revista Árvore**, n.4, p.647-655, 2013.

UHL, C.; MURPHY, P.G. Composition, structure, and regeneration of a tierra firme forest in the Amazon Basin of Venezuela. **Tropical Ecology**, n.2, p.219-237, 1981.

VALENTINI, C.M.A. et al . Fenologia da Siparuna guianensis Aublet em dois bosques de preservação ambiental em Cuiabá-MT. **Cerne**, n. 4, p. 581-591, 2013.

WALTER, B.M.T.; CARVALHO, A.M DE; RIBEIRO, J.F. O conceito de Savana e de seu componente Cerrado. In: **Cerrado ecologia e flora**. SANO, S.M; ALMEIDA, S.P; RIBEIRO, J.F. Embrapa Cerrados-Brasília – DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p.21-41.

## CAPÍTULO 4

### ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E BIOMASSA MEDICINAL DE *Siparuna guianensis* EM FLORESTA DO CERRADO, TOCANTINS, BRASIL

BESSA, N.G.F. de<sup>1\*</sup>; PEREIRA, M.A.B.<sup>2</sup>; FERRAZ, V.P.<sup>3</sup>; POLETTO, K.Q.<sup>4</sup>; CHAGAS JUNIOR, A. F.<sup>5</sup>; ALVES, A.<sup>6</sup>. <sup>1</sup>Doutoranda em Biologia e Ecologia Tropical, Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, Portugal/UFT/Governo do Estado, Fundação Centro Universitário UnirG, Av: Rio de Janeiro, 1585, CEP: 77400-000 Gurupi, Tocantins, Brasil; e-mail\*: [eduambiental@unirg.edu.br](mailto:eduambiental@unirg.edu.br). <sup>2</sup>Mestre em Produção vegetal, UnirG, Tocantins, Brasil. <sup>3</sup>Phd in Chemistry, University of Ghent - Belgium, Chemistry Department- UFMG, Av. Antonio Carlos 6627, CEP: 31270-901, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. <sup>4</sup>Mestre em Saúde Pública, Biomédica, UnirG, Tocantins, Brasil. <sup>5</sup>Doutor em Microbiologia, Universidade Federal do Tocantins, Rua Badejós, Lt. 7, Chácara 69/72, CEP: 77402-970, Gurupi, Tocantins, Brasil. <sup>6</sup>Phd em Microbiologia, Departamento de Biologia e CESAM, Universidade de Aveiro, CEP: 3810-193, Aveiro, Portugal.

Artigo submetido Biochemical Systematics and Ecology (ISSN: 0305-1978)  
<http://www.journals.elsevier.com/biochemical-systematics-and-ecology/>

## RESUMO

A espécie *Siparuna guianensis* Aubl. (Siparunaceae) é medicinal aromática, nativa da América do Sul, está presente nas raras florestas e importantes reservatórios de biomassa medicinal do Cerrado brasileiro, sendo restrita a alguns ambientes e recomendada como prioritária para conservação. As folhas são as partes da planta mais utilizada popularmente, sendo importante matéria prima para uso prospectivo devido ao potencial antimicrobiano, biomassa medicinal e rendimento. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a bioatividade e biomassa medicinal de extratos e óleo essencial foliar de *S. guianensis* de floresta de savana, localizada na região central do Brasil, Estado do Tocantins. Extratos brutos e óleo essencial foliar foram testados em diferentes concentrações frente as bactérias gram-positivas (*Staphylococcus aureus* ATCC 29213), bactérias gram-negativas (*Escherichia coli* ATCC 25922 e ATCC 35218; *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 10145) e fungos (*Candida albicans* ATCC 6258 e *Fusarium oxysporum*). A atividade antimicrobiana foi avaliada pela verificação de formação de halo de inibição de crescimento do microorganismo frente ao antimicrobiano natural utilizado em bioensaio *in vitro* por difusão em disco. O óleo essencial inibiu o crescimento bacteriano de *S. aureus* nas concentrações brutas ( $380\mu\text{g. mL}^{-1}$ ), diluído a metade ( $190\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) e a um quarto ( $95\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) formando, respectivamente, halos de inibição de crescimento de 12mm, 11mm e 10mm. É sugestivo que tal resposta seja devido aos componentes majoritários monoterpenicos e sesquiterpenicos avaliados por cromatografia gasosa (CG-SM; CG-FID), especialmente bisabolol e bisaboleno, antibactericida e antiinflamatório. Para os extratos vegetais foliares o resultado mostrou que, nas concentrações e método utilizados, não houve positividade quanto à ação antimicrobiana. A biomassa medicinal estimada foi de  $3300 \text{ Kg.ha}^{-1}$  nas condições naturais da Reserva Legal de Floresta Estacional Semidecídua, conferindo a fração foliar  $38\text{Kg/ha}$  de extrato bruto e  $5\text{L/ha}$  de óleo essencial. Estas informações são inéditas e úteis para o planejamento de uso prospectivo da matéria prima das plantas dessa espécie em condições naturais e ampliam os conhecimentos sobre produtos naturais vegetais e suas potencialidades, contribuindo com a busca por novos agentes antimicrobianos, especialmente pelo resultado frente a *S. aureus*, sendo importante devido à elevada virulência e resistência que apresenta aos antimicrobianos convencionais. É recomendável estudos para mapear quimiotipos a partir do componente volátil das folhas dessa espécie.

**Palavras-chave:** *Siparuna guianensis*; Bioatividade; Biomassa medicinal; Cromatografia gasosa; Brasil

## ABSTRACT

*Siparuna guianensis* Aubl. (Siparunaceae) is an aromatic medicinal plant species native to South America. It is present in the rare forests and important reservoirs of medicinal biomass in the Brazilian Cerrado being restricted to some environments and recommended as priority for conservation. Leaves are the parts of medicinal plants most frequently used. Given their antimicrobial potential, medicinal biomass and yield they represent a good feedstock for prospective use. This study aimed to evaluate the bioactivity and medicinal biomass of foliar extracts and essential oils of *S. guianensis* from the savanna forest localized in the central region of Brazil, Tocantins. Different concentrations of foliar crude extracts and essential oil were tested against gram-positive bacteria (*Staphylococcus aureus* ATCC 29213), gram-negative bacteria (*Escherichia coli* ATCC 25922 and ATCC 35218; *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 10145) and fungi (*Candida albicans* ATCC 6258 and *Fusarium oxysporum*). The antimicrobial activity was evaluated in vitro by the formation of a growth inhibition halo using the agar disk diffusion assay. The essential oil inhibited the growth of *S. aureus* in its crude concentration ( $380\mu\text{g. mL}^{-1}$ ), as well as diluted to half ( $190\mu\text{g. mL}^{-1}$ ) and a quarter strength ( $95\mu\text{g. mL}^{-1}$ ) forming, respectively, halos of 12mm, 11mm and 10mm. It is suggestive that this response is due to monoterpene and sesquiterpene major components evaluated by gas chromatography (CG-MS, CG-FID), especially bisabolol/bisaboleno, antibacterial and anti-inflammatory. In the case of foliar extracts antimicrobial action was not detected for the concentrations and methods tested. The medicinal biomass was estimated as  $3300\text{ Kg. ha}^{-1}$  in the natural conditions of "Reserva Legal de Floresta Estacional Semidecidual". The foliar fraction yielded 38Kg/ha of crude extract and 5L/ha of essential oil. This unprecedented data is useful for planning the prospective use of this plant species under natural conditions. Moreover, it increases knowledge concerning natural plant products contributing for the search of new antimicrobials. This is especially relevant in the case of *S. aureus*. It is important to map studies chemotypes from the volatile component of the leaves of this species.

**Keywords:** *Siparuna guianensis*; Bioactivity; Medicinal biomass; Gas chromatography; Brazil.

## INTRODUÇÃO

A espécie *Siparuna guianensis* Aubl. (Siparunaceae) é medicinal aromática e nativa da América do Sul, sendo nas Guianas e na região norte do Brasil um dos remédios naturais tradicionalmente utilizados (MONTANARI, 2010). Essa espécie vem sofrendo processo de extinção no Cerrado brasileiro devido à degradação das suas áreas preferenciais, que são as florestas estacionais sem associação aos cursos de água, ecossistemas atualmente raros. É uma espécie indicada como prioritária para conservação da biodiversidade (VIEIRA e ALVES, 2003; VALENTINI *et al.*, 2011).

No Estado do Tocantins já existe registro da ocorrência de *S. guianensis* em remanescente de Floresta Estacional Semidecídua, o que sugere que tais florestas de savana brasileira sejam importantes reservatórios de biomassa medicinal dessa espécie. Negramina ou Folha santa são denominações adotadas regionalmente, onde não se tem registros sobre seu potencial antimicrobiano, o que merece atenção mediante a crescente busca mundial por produtos naturais enquanto alternativa no controle de microrganismos patogênicos. Tem seu uso popular limitado às comunidades rurais e indígenas, ficando este conhecimento ainda restrito às pessoas de mais idade (VALENTINI *et al.*, 2009). É um cenário de vulnerabilidade da espécie e comprometimento da biodiversidade, com fortes indícios de perda de conhecimento popular e degradação dos habitats preferenciais devido aos usos antrópicos, o que justifica a geração de conhecimento científico.

É no bioma Cerrado, savana mais diversificada e rica do mundo, onde estão 40% de espécies endêmicas, com mais de 7000 espécies entre arbóreas, arbustivas, herbáceas e cipós (KLINK e MACHADO, 2005). Neste bioma a riqueza em espécies medicinais é explicada em razão das características morfológicas das plantas, com xilopódios e cascas mais grossas que acumulam reservas e com frequência possuem substâncias ativas de interesse farmacológico (Silva, Miranda e Conceição, 2010), com ação antibacteriana e antifúngica (PINHO *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012). É preciso uma rápida ação das instituições no sentido de desenvolver pesquisas e estratégias que visam conservação “*ex situ*” e promoção da domesticação de espécies nativas do bioma Cerrado, diante dos riscos inerentes aos processos de aceleração da degradação dos ambientes nativos nos últimos anos, tais como extrativismo sem manejo adequado, ação do fogo e substituição de áreas naturais por pastos e monoculturas (VIEIRA *et al.*, 2003; VALENTINI *et al.*, 2013).

Existem poucos estudos abordando a química e a etnobiologia sobre o gênero *Siparuna*, que no Brasil é constituído aproximadamente por 40 espécies cuja distribuição está mais centrada na Amazônia brasileira (MONTANARI, 2010). Dentre tais *S. guianensis* é uma espécie recomendada para

conservação e de grande valor etnobotânico, pelos usos populares e indicações de infusões das folhas seguidas de banho contra cefaléia, malária, dores reumáticas, febres e gripes, sinusite, antibióticos após o parto e antisépticos vaginais; além do uso do esfregaço de folhas no corpo humano como repelentes contra insetos e somente as folhas são colocadas em ninhos de galinha contra piolhos (Valentini *et al.*, 2009; Valentini *et al.*, 2010a); o extrato etanólico das folhas é usado contra edemas e como antiinflamatório, porém, o chá é considerado abortivo, febrífugo e estimulante (MONTANARI, 2010) e como aromatizante devido a seu poder ansiolítico (NEGRI, SANTI e TABACH, 2012). As folhas da planta são as partes vegetais mais ricas em óleos essenciais, não sofrendo variações significativas de rendimento em razão da sazonalidade da produção nas condições naturais de produção (Castellani *et al.*, 2006), o que confere interesse na perspectiva de reservas de biomassa para prospecção.

Diante do cenário mundial motivado por novas descobertas a partir de produtos naturais e prospecção da biodiversidade (Tulp e Bohlin, 2002; Montanari, 2010), entende-se que *S. guianensis* é uma espécie potencial para fitoterápicos e fármacos e, no campo da agroecologia, ainda pouco estudada. A fitoquímica do seu extrato bruto foliar aponta para ação antimicrobiana, possivelmente, devido aos terpenos, taninos e flavonóides (BESSA *et al.*, 2013), sendo os flavonóides desta espécie devido ao poder ansiolítico indicados em terapias complementares para tratar transtornos de ansiedade e atrasar o processo de envelhecimento (NEGRI, SANTI e TABACH, 2012), embora haja relatos da presença de flavonóide cuja ação pode ser antiinflamatória (FACUNDO *et al.*, 2012). Já no óleo essencial, a ação antimicrobiana se deve em grande parte ao sesquiterpeno bisabolol, monoterpene e terpinoleno (Montanari, 2010), compostos secundários com alta atividade biológica (Duarte, 2006; Michael, 2010) e pode compor até 85% dos componentes, sendo os demais denominados de constituintes vestigiais (MIGUEL, 2010).

Esta característica vem também justificando estudos para controle de insetos vetores de doenças tropicais (Porto *et al.*, 2008; Furtado *et al.*, 2005) e mesmo microorganismos fitopatogênicos, como *Fusarium* sp (SEIXAS *et al.*, 2011). Os óleos essenciais ou voláteis são líquidos aromáticos oleosos obtidos de material vegetal como folhas, com usos atuais principalmente visando buscar substâncias alternativas para o controle de micro-organismos resistentes a antibióticos (ACOSTA *et al.*, 2003). A ação antimicrobiana dos óleos ocorre possivelmente porque afeta a estrutura da parede celular do microorganismo, com interrupção dos processos vitais da célula e consequente morte celular (GEROMINI *et al.*, 2012; DORMAN e DEANS, 2010; LEITÃO *et al.*, 1998). Os componentes voláteis são obtidos de plantas mediante destilação por arraste de vapor e podem controlar bactérias, leveduras e fungos filamentosos, com vantagem de degradação mais rápida que os

sintéticos e sua separação bem como a quantificação ocorrem por técnicas cromatográficas, como provedora de uma prévia separação com técnicas espectrométricas visando identificação, sendo a cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa (CG-MS) amplamente utilizada (LEITE, 2009).

No caso dos extratos vegetais, usados empiricamente há milênios pelas populações do mundo inteiro para curar doenças, a atividade antimicrobiana pode ser explicada devido à alta concentração de taninos presentes nas folhas de diversas espécies vegetais utilizadas na medicina popular (MICHELIN *et al.*, 2005). Entretanto, os flavonóides também podem explicar ação antifúngica e antibacteriana das plantas (Violante *et al.*, 2009).

Os estudos com produtos naturais são relevantes no Brasil. Isso gera benefícios econômicos. As exportações de óleos essenciais produzidos no país estão aumentando, sendo o 3º maior exportador do mundo (1.500.000 kg/ano) com óleos de origem cítrica (80%), hortelã, flores, madeira e sementes, em substituição aos produtos sintéticos (KNAAK e FIUZA, 2010; SOUZA *et al.*, 2010). Trata-se de uma estratégia importante de sensibilização da sociedade quanto à importância de conservar os recursos biológicos naturais. O elevado (4 a 7%) rendimento do óleo essencial de *S. guianensis* bem como o alto teor de seus principais constituintes e relevantes antimicrobianos, terpinoleno e bisalabol, colocam essa espécie como promissora produtora de óleo essencial de alto valor agregado no mercado (MONTANARI, 2010). Isto possibilita vislumbrar que estudos desta natureza possam apoiar políticas públicas no contexto da repartição de benefícios no âmbito de agricultores familiares, a partir da exploração sustentável em reservas de biomassa medicinal nos ecossistemas naturais, com ressalvas às características de cada espécie.

Do ponto de vista ambiental tem-se a perspectiva de ampliar a potencialidade para produção de compostos secundários de espécies nativas do Brasil (KNAAK e FIUZA, 2010). Há um ganho social em casos de sucesso de atividades produtivas alternativas envolvendo produtos naturais, agregando renda e trabalho para famílias do meio rural brasileiro, contribuindo para melhoria da sua qualidade de vida e também saúde. Isto em razão da disponibilidade do recurso medicinal para uso popular, com matéria prima potencial de uso para controle de doenças humanas e de plantas (SCHWAN-ESTRADA, STANGARLIN e CRUZ, 2003; KNAAK e FIUZA, 2010).

Diante do contexto apresentado, esta pesquisa teve como objetivo estimar a biomassa medicinal e verificar a bioatividade de extratos e óleo essencial foliar de *Siparuna guianensis* de floresta de savana, localizada na região central do Brasil, Estado do Tocantins. Para tanto, foi testado frente a bactérias gram-positivas (*Staphylococcus aureus*), bactérias gram-negativas (*Escherichia coli* e *Pseudomonas*

*aeruginosa*) e fungos (*Candida albicans* e *Fusarium oxysporum*), a atividade antimicrobiana e a concentração inibitória de extratos brutos e óleo essencial foliar da espécie, identificando e quantificando os metabolitos secundários do produto natural que apresentou bioatividade.

## MATERIAL E MÉTODOS

### ESCOLHA DA ESPÉCIE

A espécie *S. guianensis* (Siparunaceae) é um arbusto de caule acinzentado e altura variando de 5 a 15 metros no Cerrado, monóico, perenifólio e com maior perda de folhas no período seco, embora apresente brotação ao longo de todo ano e com picos mais expressivos ao final do período chuvoso, além de apresentar maiores rendimentos de compostos voláteis na emissão dos botões florais, sendo seus frutos de cor verde a vermelho (Valentini *et al.*, 2010b; Valentini *et al.*, 2013), conforme figura 1.



**Figura 1.** Exemplar de *S. guianensis* presente em Reserva Legal (RL) de Floresta Estacional Semidecídua do Bioma Cerrado, Tocantins, Brasil. A) Arbusto; B) Folhas e frutos; C) Caule

As folhas aromáticas dessa espécie são as suas maiores reservas de óleos essenciais e de outros constituintes químicos de interesse biológico, como flavonóides, taninos e terpenóides. As plantas apresentam considerável reserva de biomassa medicinal (3300 kg/ha) em floresta de savana brasileira (Capítulo 3), conferindo importante reservatório genético e de matéria prima. Seu uso medicinal é popularmente difundido em vários países da América do sul, Brasil e pouco conhecido no Tocantins assim como é desconhecida a quantificação da sua biomassa medicinal (matéria prima) e são poucos os registros na literatura (Montanari, 2010; Valentini *et al.*, 2010b) quanto ao seu potencial antimicrobiano, sem registros dessa abordagem no Estado do Tocantins (277.720,520 km<sup>2</sup>), Brasil.

É uma espécie recomendada para conservação de germoplasma (Valentini *et al.*, 2013), restrita a vegetações de sub-bosque sem associação direta aos cursos de água e preferencial de Floresta Estacional Semidecídua, atualmente sob forte pressões antrópicas no País, especialmente no Estado do Tocantins. Este é um dos fatores que compromete a conservação e o potencial prospectivo da espécie.

#### OBTENÇÃO DO EXTRATO BRUTO E DO ÓLEO ESSENCIAL FOLIAR

As folhas da planta para obtenção dos extratos (bruto e óleo essencial) foram coletadas na área de Reserva Legal com fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecídua, Assentamento rural Vale Verde, Tocantins, Brasil, realizando exsicata e posterior herbarização (Figura 2).

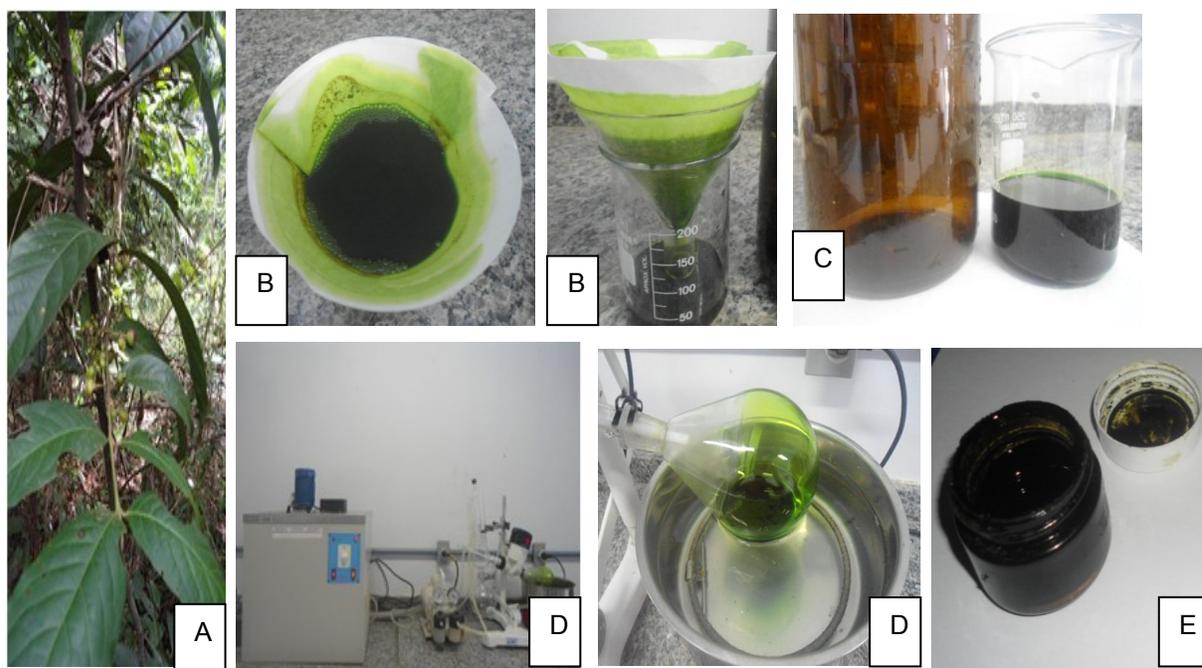


**Figura 2.** Coleta de folhas de *S. guianensis* de Floresta Estacional Semidecídua em Reserva Legal de assentamento rural, Tocantins, Brasil; organização em exsicata; herbarização.

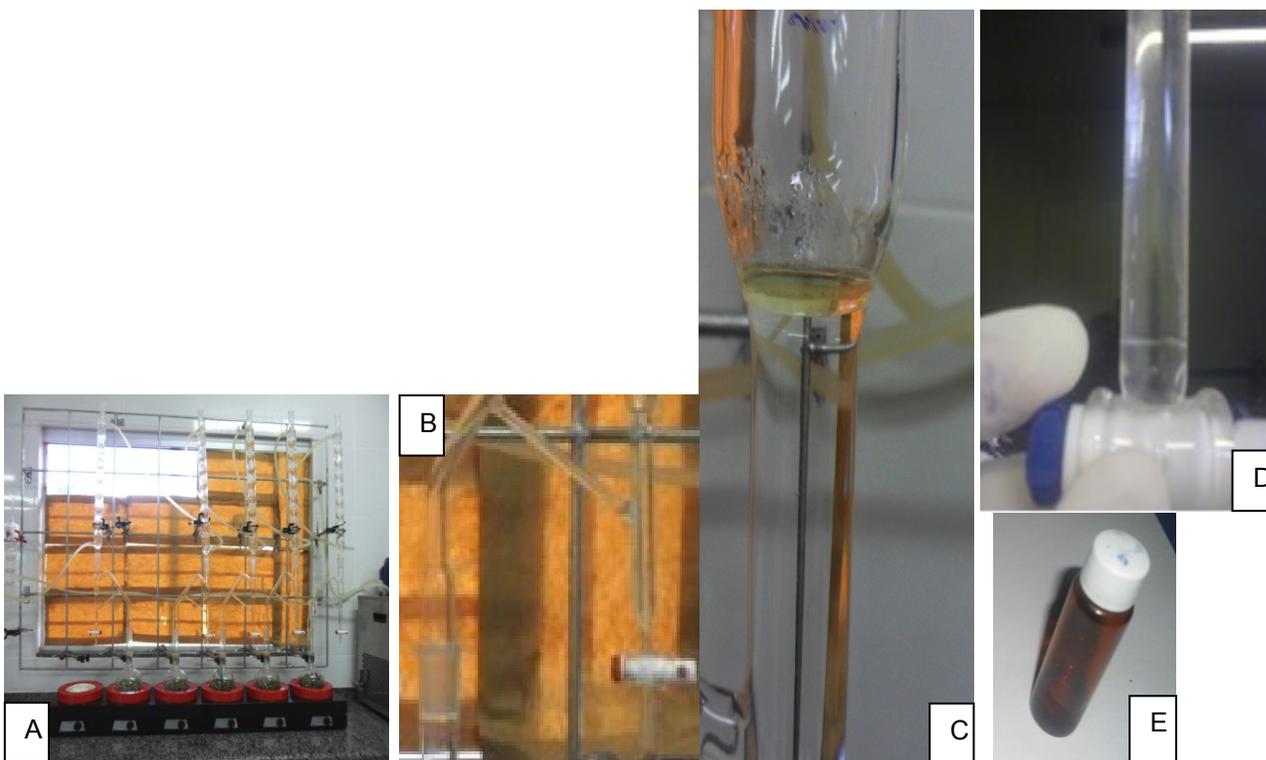
O extrato foliar etanólico de *S. guianensis* foi obtido no Laboratório de Produtos Naturais do Centro Universitário Unirg seguindo metodologia descrita por Matos (2009). Para tanto, foram pesadas 100 gramas (peso verde) das folhas frescas, colocadas em estufa a 40°C durante 72 horas,

pesadas novamente para obter o peso seco, sendo em seguida trituradas em moinho Tipo Wiley, seguindo para extração em solução etanólica a 95% durante 7 dias. Após a filtração, esse extrato foi concentrado em evaporador rotatório modelo 801 (Fisaton) sob pressão reduzida com temperatura de até 50° C (Figura 3), pesado de forma a obter a relação entre as massas (g) do extrato concentrado (m) e a massa seca (m), resultando em rendimento igual a 9,6%. O extrato apresenta um aspecto de pasta.

O óleo essencial das folhas, coletadas aleatoriamente em plantas da área de estudo, foi obtido no Laboratório de Malerbologia da Universidade Federal do Tocantins/Projeto Casadinho CNPq, campus de Gurupi-TO, usando o método de hidrodestilação, em conjunto de Clevenger (Figura 4), conforme metodologia recomendada por Koketsu e Gonçalves (1991) e Simões *et al.* (2003). Folhas frescas (250g) foram cortadas com tesoura em pequenos pedaços (cerca de 1cm<sup>2</sup>), pesadas em 5 porções de 50g, sendo cada uma destas distribuídas em cada balão de 1000mL ocupando 5 balões do conjunto de Clevenger. Foi acrescido, em cada balão, 500mL de água seguindo por 3 horas o processo de hidrodestilação. Neste processo de obtenção de óleos essenciais, o material vegetal permanece em contato com a água em ebulição, o vapor força a abertura das paredes celulares e ocorre evaporação do óleo que está entre as células da planta; este vapor, que consiste na mistura de óleo e água, passa por um condensador, onde ocorre seu resfriamento e separação em duas fases líquidas, o que possibilita a separação do óleo (Silveira *et al.*, 2012) e coleta do hidrolato.



**Figura 3.** Obtenção do extrato bruto foliar de *S. guianensis*: A-Folhas; B-Filtração do extrato bruto etanólico; C-Extrato bruto etanólico filtrado; D-concentração do extrato em rotavapor; E-Acondicionamento.



**Figura 4.** Obtenção do óleo essencial de folhas de *S. guianensis* A - extração do óleo essencial em bateria de Clevenger acoplado; B – Hidrodestilação: condensador; C - Resultado da extração/água - óleo essencial de *S. guianensis*; D - Coleta do Hidrolato; E-Acondicionamento.

Após a coleta do hidrolato em frasco de 5mL de cor âmbar adicionou-se o solvente volátil dimetilsulfóxido (DMSO a 1%), realizando a concentração posterior em evaporador rotativo sem aquecimento para retirada da água e assim obtendo o óleo bruto de *S. guianensis*. O rendimento (v/v) foi calculado a partir da massa foliar fresca (250g) pesada antes da extração, do peso do frasco contendo óleo (14,21g) e do mesmo vazio (11,2g) e pela diferença (3,01g) aplicou-se regra de três simples.

Para conversão da concentração em unidades ( $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) do óleo essencial para percentagem simples foi feito o cálculo considerando que: após a inoculação foi usado 1,11g e portanto restou no frasco 1,9g; foi feito o cálculo da densidade ( $D=M/V$ ) do óleo, que encontrava-se armazenado em um pequeno frasco de cor âmbar. O procedimento utilizado foi: pesagem de um frasco vazio (11,2 gramas) igual àquele contendo o óleo essencial, que também foi pesado (13,1 gramas) e pela diferença resultou na massa extraída (1,9 gramas); para o volume do óleo, fez-se o cálculo utilizando uma proveta de 500mL, completada com água até 400mL, colocando o frasco vazio dentro desta proveta e

observado o deslocamento da água acima do nível anterior, sendo esta elevação o volume do frasco vazio (10 mL), repetindo o mesmo procedimento com o frasco contendo óleo essencial (15 mL), o que possibilitou obter o volume do óleo bruto (5 mL) pela diferença entre o volume do frasco vazio e daquele contendo óleo; foi calculada a densidade ( $D=M/V=0,38\text{g.mL}^{-1}$ ), posterior conversão para  $\mu\text{g.mL}^{-1}$  por regra de três simples as demais concentrações utilizadas ( $380\ \mu\text{g.mL}^{-1}$  ou 100%;  $190\ \mu\text{g.mL}^{-1}$  ou 50%;  $95\ \mu\text{g.mL}^{-1}$  ou 25%).

## ENSAIO MICROBIOLÓGICO *IN VITRO*

### Teste de difusão em disco

A atividade antimicrobiana foi verificada no Laboratório de Microbiologia da Fundação Centro Universitário UnirG/Gurupi-TO e os procedimentos foram supervisionados pela coordenadora do referido laboratório, Prof<sup>a</sup> Karine Queiroz Polleto, Biomédica, Mestre em Saúde Pública, com procedimentos realizados em capela de fluxo laminar.

O teste utilizado para avaliar essa atividade foi de sensibilidade por difusão em disco, em conformidade com as recomendações da nona edição do documento “*Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests*”, *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI, 2006). O método de difusão em disco consiste na aplicação de 10 $\mu\text{L}$  de solução de agente antimicrobiano em diferentes concentrações em discos de papel de filtro de 6 mm de diâmetro esterilizados e colocados na superfície de meio sólido, com posterior leitura dos halos de inibição de crescimento do microorganismo, indo do diâmetro do disco até a margem inibida (Konemam, 1997; Hartmann e Onofre, 2010), sendo bastante utilizado em ensaios com produtos naturais (HARTMANN e ONOFRE, 2010; ALVES et al., 2000; NASCIMENTO *et al.*, 2007; MILLEZI *et al.*, 2013).

### Microorganismos e antimicrobianos utilizados

Os antimicrobianos utilizados foram o extrato e óleo das folhas de *S. guianensis* em diferentes concentrações, presumindo suas atividades biológicas, tendo como controle positivo (Gentamicina 10 $\mu\text{g}$ ) e negativo (Dimetil sulfóxido-DMSO a 1%) para bactérias enquanto para fungos foram utilizados como controle positivo o Fluconazol 25 $\mu\text{g}$  e mantido o DMSO a 1% como controle negativo.

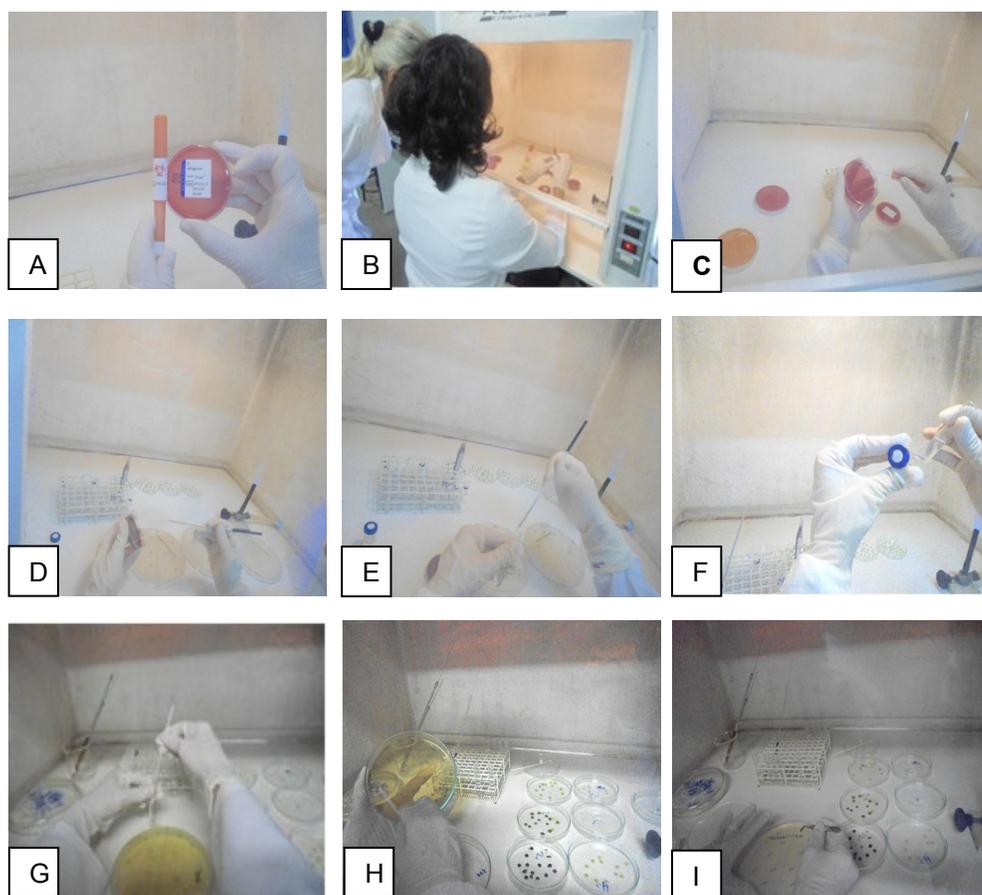
Os microorganismos utilizados no bioensaio foram de cepas padrão (*American Type Collection Culture* – ATCC) da bactéria Gram-positiva *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213), das Gram-negativas *Escherichia coli* (ATCC 25922 e ATCC 35218), de *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 10145) e do fungo leveduriforme *Issatchenkia orientalis*, antes *Candida krusei* (ATCC 6258) recomendados para testes de suscetibilidade aos antimicrobianos (CLSI, 2006). Estes microorganismos em embalagens tipo KWIK-STIK™ foram adquiridos do laboratório PlastLabor (Microbiologics®), contendo uma pílula liofilizada de uma única linhagem de micro-organismo, um reservatório de fluido hidratante e um swab de inoculação. Para os testes para fungo (*Fusarium oxysporum*) de interesse agrícola, as cepas foram obtidas em plantio de feijão e cedidas pelo Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Tocantins, UFT, campus de Gurupi-Tocantins, após 72 horas de incubação a 25°C de seu subcultivo em placa de petri e meio Ágar Sabouraud.

Os meios sólidos utilizados (BioMérieux®) foram Ágar Muller-Hinton para bactérias e Ágar Sabouraud para fungos, ambos em placas de 150mm, além do Ágar sangue em placas de 90mm para ativação dos microorganismos comerciais – ATCC®.

#### Inoculação das placas de teste

As cepas ATCC® com cada microorganismo foram ativadas por meio de semeadura em placa de petri 90 mm contendo meio Ágar sangue, mantidos em estufa a  $\pm 35^{\circ}\text{C}$  por um período de 7 dias. O fungo *F. oxysporum*, foi recebido da UFT já subcultivado. Após esta etapa fez-se a padronização de todos os inóculos, tocando com o auxílio de uma alça de Drigalski a placa de Ágar sangue contendo os microorganismos, com transferência de cada inóculo para um tubo de ensaio contendo solução salina estéril, ajustando a turbidez obtida com esta diluição à solução padrão de McFarland a 0,5 de forma a resultar aproximadamente de  $1 \text{ a } 2 \times 10^8 \text{ UFC/mL}$ .

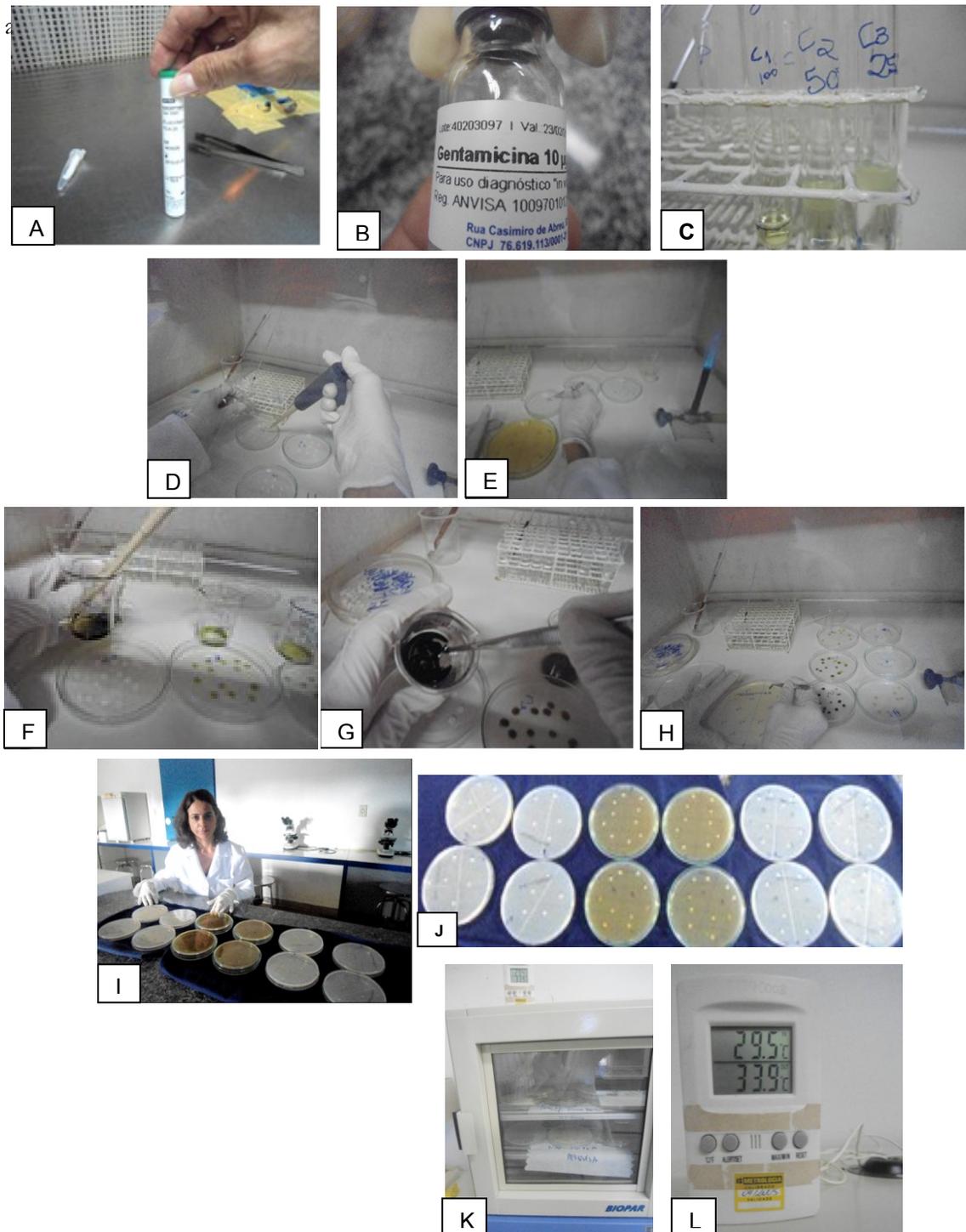
As semeaduras dos inóculos nas placas contendo meio sólido foram feitas usando swab estéril que foi mergulhado na suspensão de inóculo ajustada. Ocorreu em duas etapas, sendo primeiro inoculadas as placas para receber os discos contendo o extrato bruto e seus controles e somente após finalizada esta etapa deu-se início a nova semeadura para receber o óleo essencial e seus respectivos controles. Esta semeadura ocorreu nestas duas etapas porque o tempo entre a semeadura e a inoculação deve ser de apenas 15 minutos (CLSI, 2006). Esses procedimentos que vão desde a ativação dos microorganismos, padronização dos inóculos, semeadura nas placas até a inserção dos antimicrobianos encontram-se registrados a seguir (Figura 5).



**Figura 5.** Procedimentos de inoculação das placas de teste: A) Cepa ATCC em embalagens tipo KWIK-STIK™ e placa meio Ágar sangue; B) Preparo do microorganismo (ATCC®); C) Ativação dos microorganismos em placa de Ágar usando swab estéril; D, E e F) Padronização do inóculo/turvação de McFarland a 0,5; G) Swab de algodão estéril mergulhado na suspensão de inóculo; H) Semeadura do inóculo na placa de 150mm; I) Inserção de disco na placa contendo microorganismo.

O bioensaio com o extrato consistiu de 5 concentrações (C), sendo ( $C_1=50.000 \mu\text{g.mL}^{-1}/100\%$ ;  $C_2=500 \mu\text{g.mL}^{-1}/1\%$ ;  $C_3=100 \mu\text{g.mL}^{-1}/0,2\%$ ;  $C_4=75 \mu\text{g.mL}^{-1}/0,15\%$ ), 6 antimicrobianos incluindo os controles positivo e negativo, 2 repetições; enquanto para o óleo essencial as concentrações foram 3 ( $C_1=380 \mu\text{g.mL}^{-1}/100\%$ ;  $C_2=190 \mu\text{g.mL}^{-1}/50\%$ ;  $C_3=95 \mu\text{g.mL}^{-1}/25\%$ ), mantidos os 6 antimicrobianos e as 2 repetições. As etapas de inoculação foram concluídas (Figura 6) ao realizar a inserção dos discos antibiogramas de 6 mm na superfície das placas, distando em média 2,4 cm uns dos outros (CLSI, 2006). Esses discos comerciais (controles positivos) e preparados localmente (controle negativo, extrato e óleo) receberam por meio de uma pipeta calibrada uma carga de  $10\mu\text{g}/\text{disco}$  conforme recomendações de Holetz *et al.* (2002) e Mendes *et al.* (2011). As placas

foram incubadas em posição invertida dentro de uma estufa incubadora a 35°C ( $\pm 2$  °C) e foram



**Figura 6.** Etapas conclusivas da inoculação dos antibiogramas em placas de petri contendo os microorganismos alvos. A) Controle positivo para fungos (Fluconazol 25 µg); B) Controle positivo bactérias (Gentamicina 10µg); C) Diferentes concentrações de óleo essencial preparadas em tubos de ensaio; D e E) Pipeta calibrada e carga de 10 µg/disco contendo óleo essencial seguido de inserção do disco na superfície da placa contendo o inoculo alvo; F)

Pipeta calibrada para carga de 10 µg/disco contendo extrato foliar; G e H) Imersão do disco em extrato bruto (100%) para posterior inserção na superfície da placa; I e J) Conclusão da etapa de inoculação com discos antimicrobianos inseridos na superfície dos meios de ágar inoculados; K, L) Bioensaio mantido em estufa de temperatura controlada.

Avaliação da atividade antimicrobiana

A atividade inibitória foi verificada quando ao redor dos discos antimicrobianos preconizados, formou-se diâmetro de halo ou zona de inibição do crescimento bacteriano ou fúngico. Foi analisada seguindo as recomendações de Alves *et al.* (2000), em triagem biológica de sessenta espécies de plantas medicinais do cerrado brasileiro usando cargas de 10 µg de extratos foliares na superfície das placas inoculadas com fungos e bactérias, onde para diâmetros cujas zonas de inibição fossem maior que 9mm os antimicrobianos foram considerados inativos, 9-12 mm parcialmente ativos, 13-18 mm ativos e maiores que 18mm muito ativos. O diâmetro do halo foi medido em milímetros (mm), usando um halômetro graduado. As leituras foram realizadas para inóculos bacterianos a partir das 18 horas após a incubação a 35°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ), com novas leituras as 24 e 48 horas posteriores, com ressalvas aos fúngicos cujas avaliações prosseguiram após as 72 horas e 7 dias da incubação (CLSI, 2006).

## AVALIAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL POR CROMATOGRAFIA GASOSA

### Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de massas (CG-EM)

As análises foram realizadas em um equipamento GCMS-QP2010 ULTRA (Shimadzu), com coluna tipo Rxi-1MS 30m x 0,25mm x 0,25 µm (Restek) em temperatura de 50°C (2min), 3°C /min, até 250°C; Injetor 250°C Split (1:10) e Interface CG-MS a 260°C, com detector MS (Impacto eletrônico a 70eV) a 260°C. O gás de arraste usado foi o Hélio a 1.5 ml/min., com volume de injeção de 1 µl. O Software utilizado na avaliação dos constituintes presentes foi de aquisição de dados - GCMS Solution (Shimadzu) e as comparações dos espectros de massa e índices de retenção com aqueles da Biblioteca espectral: NIST 11; Arquivos\*.qgd.; base no índice de retenção linear - IK (Índice de Kovats) para identificação dos componentes do óleo.

### Cromatografia Gasosa de Alta Resolução (CG-FID)

Foi usado o Cromatógrafo a Gás HP 7820A (Agilent), cujas colunas foram HP5 30m x 0,32mm x 0,25  $\mu\text{m}$  (Agilent), com Temperaturas de 50°C (0min), 3°C/min até 250°C, injetor de 250°C Split (1:30) e Detector FID a 260°C. O gás de arraste usado foi o hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) a 3 ml/min e volume de injeção de 1  $\mu\text{l}$ . O Software de aquisição de dados utilizado foi: EZChrom Elite Compact (Agilent). Arquivos.dat. Os dados quantitativos foram obtidos por integração eletrônica da área dos picos em relação à área total do cromatograma resultando na concentração (%) de cada fitoconstituente presente no óleo essencial.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ATIVIDADE ANTIMICROBIANA de *S. guianensis* DE FLORESTA DE SAVANA BRASILEIRA

Os resultados (Tabela 1) obtidos evidenciaram o potencial do óleo essencial de *S. guianensis* em inibir o crescimento bacteriano de *S. aureus*, pelo uso da técnica de difusão em disco *in vitro* frente as concentração do óleo bruto (380 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ), diluído a metade (190 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ) e a um quarto (95 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ) formando, respectivamente, halos de inibição de crescimento de 12mm, 11mm e 10mm. Para os demais microorganismos, o óleo essencial nas concentrações utilizadas não apresentou atividade biológica ao contrário do controle positivo contra bactéria (Gentamicina  $\mu\text{g}$ ), cuja zona de inibição foi de 30 mm e para fungos (Fluconazol 25  $\mu\text{g}$ ) foi de 24 mm. Para os extratos vegetais foliares o resultado mostrou que, nas concentrações utilizadas, não houve positividade quanto à ação antimicrobiana, exceto para o controle positivo.

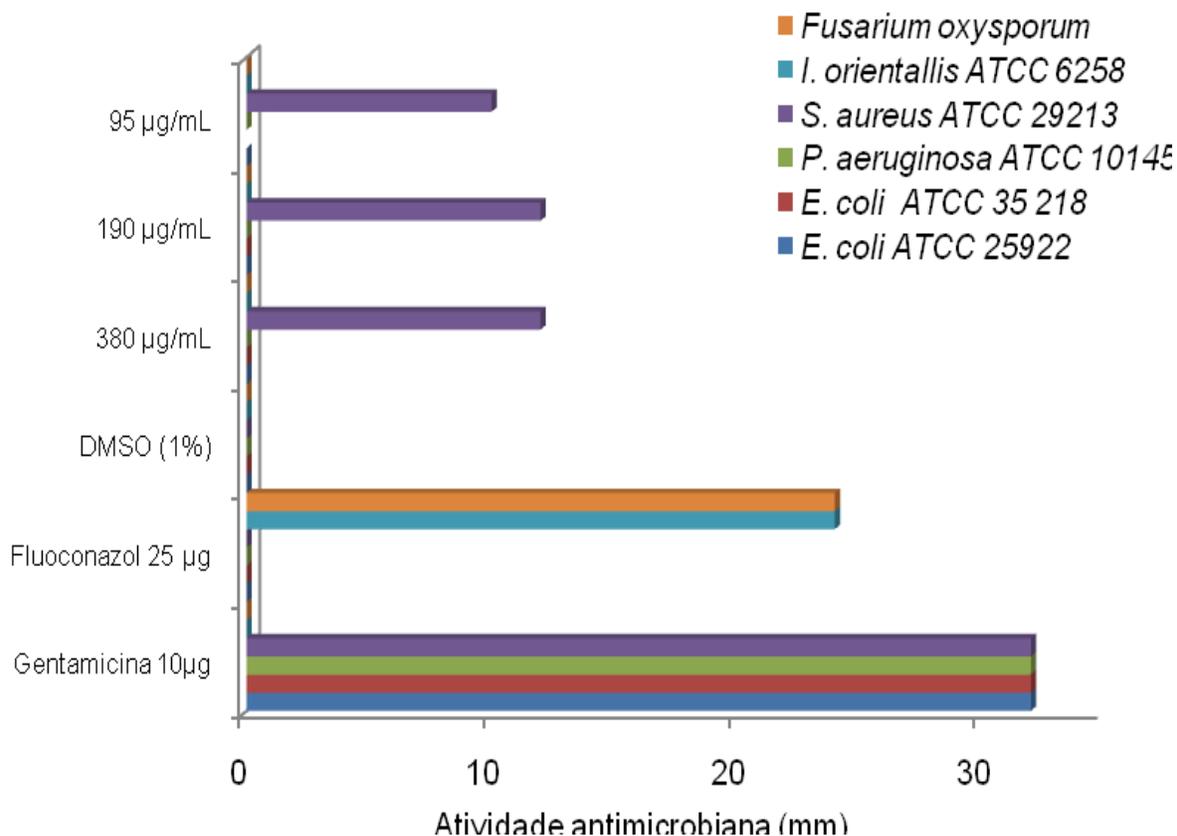
O método de difusão em Ágar, difusão em placas ou Kirby-Bauer foi utilizado devido ao seu baixo custo, reposta rápida e capacidade de gerar dados preliminares (NASCIMENTO *et al.*, 2007; OSTROSKY *et al.*, 2008). Nele, um microrganismo é desafiado contra uma substância biologicamente ativa em meio de cultura sólido, relacionando o tamanho da zona de inibição de crescimento do microrganismo desafiado com a concentração da substância ensaiada, onde a comparação é feita usando um quimioterápico padrão de referência (controle positivo) e o diluente ou agente emulsificador (controle negativo) utilizado na determinação das diferentes concentrações de extrato e de óleo e as medições do halo de inibição são feitas incluindo o diâmetro do disco até a margem onde há crescimento de microrganismos (OSTROSKY *et al.*, 2008).

**Tabela 1.** Medida (mm) do halo de inibição de crescimento de microorganismos em diferentes concentrações de extrato e óleo essencial foliar de *Siparuna guianensis* Aubl., espécie nativa de floresta de savana brasileira, Tocantins, Brasil.

Microorganismo	Óleo essencial						Extrato foliar						
	Controle Positivo		Controle Negativo	Concentração (µg.mL <sup>-1</sup> ; %)			Controle Positivo		Controle Negativo	Concentração (µg.mL <sup>-1</sup> ; %)			
	*Gent 10µg	*Fluoc 25 µg	DMSO (1%)	380 (100%)	190 (50%)	95 (25%)	*Gent 10µg	*Fluoc. 25 µg	DMSO (1%)	50.000 (100%)	500 (1%)	100 (0,2%)	75 (0,15%)
<i>E. coli</i> ATCC 25922	30	-	0	0	0	0	25	-	0	0	0	0	0
<i>E. coli</i> ATCC 35 218	30	-	0	0	0	0	24	-	0	0	0	0	0
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 10145	30	-	0	0	0	0	18	-	0	0	0	0	0
<i>S. aureus</i> ATCC 29213	30	-	0	12	11	10	30	-	0	0	0	0	0
<i>I. orientalis</i> ATCC 5258		24	0	0	0	0		24	0	0	0	0	0
<i>Fusarium oxysporum</i>		24	0	0	0	0		24	0	0	0	0	0

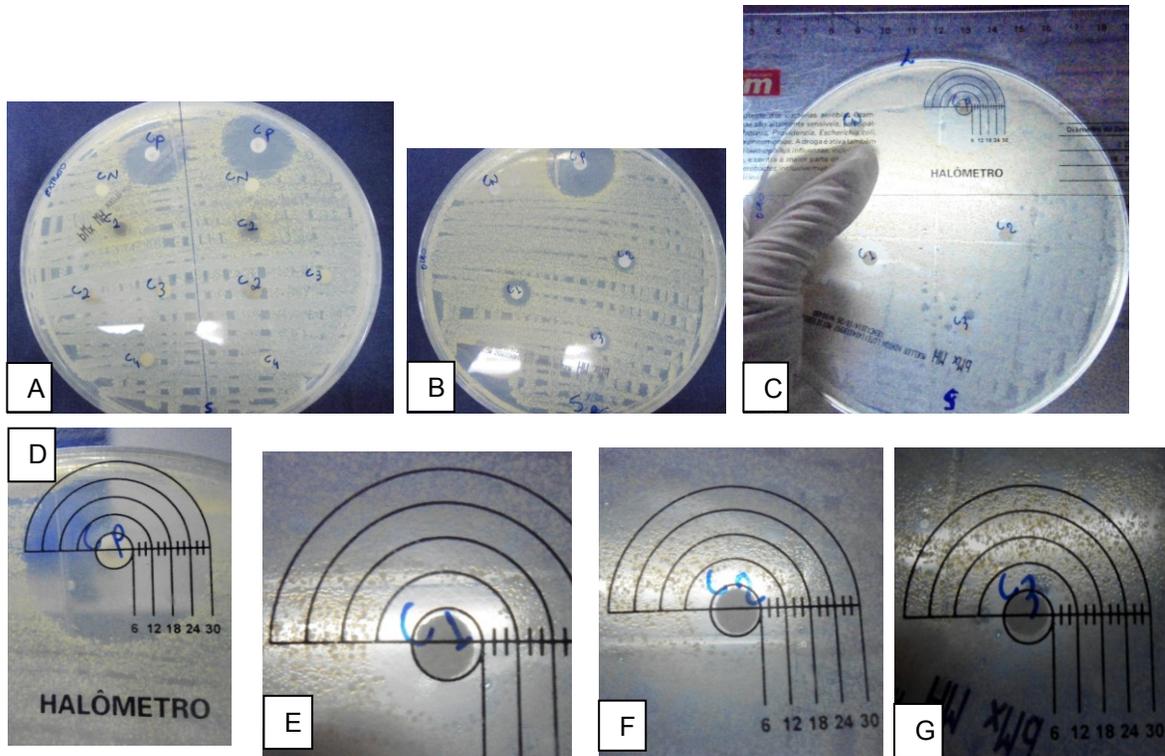
\*Gent - Gentamicina; Fluoc - Fluconazol

Este resultado é inédito para a espécie analisada nas condições de Floresta Estacional Semidecídua em savana brasileira, cuja ação antibacteriana do óleo essencial contra *S. aureus* foi evidenciada pelo tamanho (mm) da zona de inibição de crescimento que decresceu em medida que houve redução da concentração utilizada, não apresentando efetividade contra os demais microorganismos testados (Figura 7).



**Figura 7.** Ação antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus* pelo controle positivo (Gentamicina 10µg) e 3 concentrações do óleo essencial das folhas de *S. guianensis* nativa de floresta de savana brasileira, Tocantins, Brasil.

O tamanho das zonas e inibição do crescimento dos microorganismos pode variar em função do antimicrobiano utilizado bem como das concentrações testadas. A resposta da bioatividade do óleo essencial de *S. guianensis* frente a *S. aureus* foi dependente da concentração utilizada, sendo a maior zona de inibição apresentada na maior concentração (380µg. mL<sup>-1</sup>) e nas demais menores o halo formado (Figura 8). Houve uma discreta tendência para maior concentração oferecer melhor resposta quanto à inibição do crescimento dessa bactéria na placa. Em estudos anteriores com óleos essenciais de outras espécies medicinais mostraram zonas de inibição de crescimento em torno de 10mm, considerando esta resposta como positiva para ação antimicrobiana (NUNES, 2006; PACKER e LUZ, 2007).



**Figura 8.** Zonas (mm) de inibição de crescimento de *S. aureus* pelo uso de extratos (A; R<sub>1</sub> e R<sub>2</sub>) e óleos essenciais (B; R<sub>1</sub> e R<sub>2</sub>) de folhas de *S. guianensis* mediante bioatividade do controle positivo (D) e do óleo nas 3 concentrações (E, C<sub>1</sub>= 380 µg. mL<sup>-1</sup>; F, C<sub>2</sub>=190µg.mL<sup>-1</sup> e G, C<sub>3</sub>=95µg.mL<sup>-1</sup>).

As pesquisas tanto com extratos quanto com óleos essenciais buscam confirmação da atividade terapêutica ou mesmo aplicações nos sistemas produtivos rurais, mas, também faz parte de uma busca constante por novas alternativas antimicrobianas para controle de microrganismos de importância epidemiológica. Neste caso, destaca-se *S. aureus*, bactéria gram-positiva e *E. coli* e *P. aeruginosa*, ambas gram-negativas, e fungos leveduriformes como do gênero *Candida*, responsáveis por diferentes processos etiológicos graves e que leva a morte, acometendo pacientes com imunidade baixa, como em UTI de hospitais (ANTUNES *et al.*, 2006).

A atividade antibacteriana e antifúngica foi verificada usando óleos essenciais de copaíba, de alecrim, de melaleuca, de andiroba, de alho usando cepas de *S. aureus* (ATCC 6538), *E. coli* (ATCC 8739), *P. aeruginosa* (ATCC 9027) e *C. albicans* (ATCC 10231), método de placa em ágar com orifício, constatando ação antimicrobiana apenas para óleos de alecrim e melaleuca, respectivamente, com formação de halo de inibição de crescimento menor que 10mm e entre 10 e 60 mm, destacando a tolerância de *P. aeruginosa* frente aos óleos e respostas mínimas bem como sugerindo ação dos óleos devido aos flavonóides presentes (PACKER e LUZ, 2007). Não há neste estudo menções sobre as

alíquotas dos óleos utilizados. Os óleos essenciais têm característica lipofídica e isto confere suas propriedades antimicrobianas, causando certa solubilidade da membrana celular do microorganismo de forma a afetar a sua estrutura, o que permite a entrada do óleo (BAKKALI *et al.*, 2008; COSTA *et al.*, 2011). Estudos *in vitro* com óleo essencial de cravo da Índia, *Syzygium aromaticum*, a 0,15% demonstraram atividade inibitória sobre o crescimento dos fungos fitopatogênicos *Fusarium oxysporum* e *F. solani* (COSTA *et al.*, 2011).

A atividade biológica de *Sida cordifolia* L. contra bactéria *S. aureus* (ATCC 27853) e fungo *C. albicans* (ATCC 90028) foi considerada positiva ao observar halos de inibição de crescimento micelial de diâmetro igual ou superior a 10 mm, usando óleo essencial bruto (100%) e variações entre 50, 32 e 16%; seus usos medicinais populares são para tratar reumatismo, inflamações, asma e congestão nasal (NUNES *et al.*, 2006).

A inibição do crescimento de um microorganismo pode ser avaliada em diferentes concentrações do antimicrobiano. Estudos anteriores testando extratos foliares de espécies medicinais brasileiras, desenvolvidos por Holetz *et al.* (2002) e Mendes *et al.* (2011) indicam escalas de medição da atividade biológica a partir das concentrações, sendo: menor 100 µg.mL<sup>-1</sup> boa; entre 100 e 500 µg.mL<sup>-1</sup> moderada; entre 500 a 1000 µg.mL<sup>-1</sup> fraca; maior que 1000 µg.mL<sup>-1</sup> inativa. Em alguns estudos testando extratos foliares tem-se optado por variação nas concentrações, em percentagem, partindo dos extratos brutos (100%) para diluições em 50%, 25% e 12,5% (Davet *et al.*, 2009) e quase sempre deixam de mencionar informações que possibilite saber a quantidade exata do antimicrobiano vegetal testado. Para definir as concentrações do óleo essencial procurou-se mantê-las entre os valores escalados para extratos vegetais devido à falta de padronização das concentrações utilizadas. Recomendações utilizadas recentemente foram levadas em conta, em testes com óleos de capim citronela (*Cymbopogon nardus*) e com limão cravo (*Citrus limonia*) enquanto brutos (100%) e quando diluídos em DMSO para concentrações variando de 1,5, 2,5, 5,0, 10, 15, 25 e 50% (MILLEZI *et al.*, 2014).

A bioatividade do óleo essencial de *S. guianensis* nas concentrações utilizadas frente a *S. aureus* ocorreu possivelmente devido a menor resistência da parede celular a entrada do antimicrobiano comparativamente às demais cepas testadas. Isso vem sendo explicado em estudos de avaliação da atividade antimicrobiana por plantas medicinais onde a ação contra a bactéria *S. aureus*, que é gram-positiva, em detrimento daquelas gram-negativas se deve à maior permeabilidade da parede celular e suas propriedades de superfície que, embora espessa, apresenta um único tipo de macromolécula, o que a coloca com mais sensibilidade aos antimicrobianos e possibilita entrada dos mesmos via parede

celular (YOCOTA e FUJII, 2007). Mas deve se levar em conta também a capacidade dos fitoconstituintes da espécie em criar condições de penetrar na célula do microorganismo e inibir seu crescimento, visto que nas condições nativas normalmente plantas de espécies aromáticas tem a capacidade de resistir a ataque de fungos e bactérias patogênicas. Isto pode ser atribuído à presença de alguns terpenos, que por sua vez fazem parte do mecanismo de defesa química da planta (CASTRO *et al.*, 2004). Já foi comprovado que o mecanismo de ação dos monoterpênicos de óleos essenciais envolve, principalmente, efeitos tóxicos à estrutura e à função da membrana celular do vetor alvo (Oliveira *et al.*, 2011), possibilitando a entrada do óleo na estrutura do microorganismo e seu consequente efeito de inibição de crescimento.

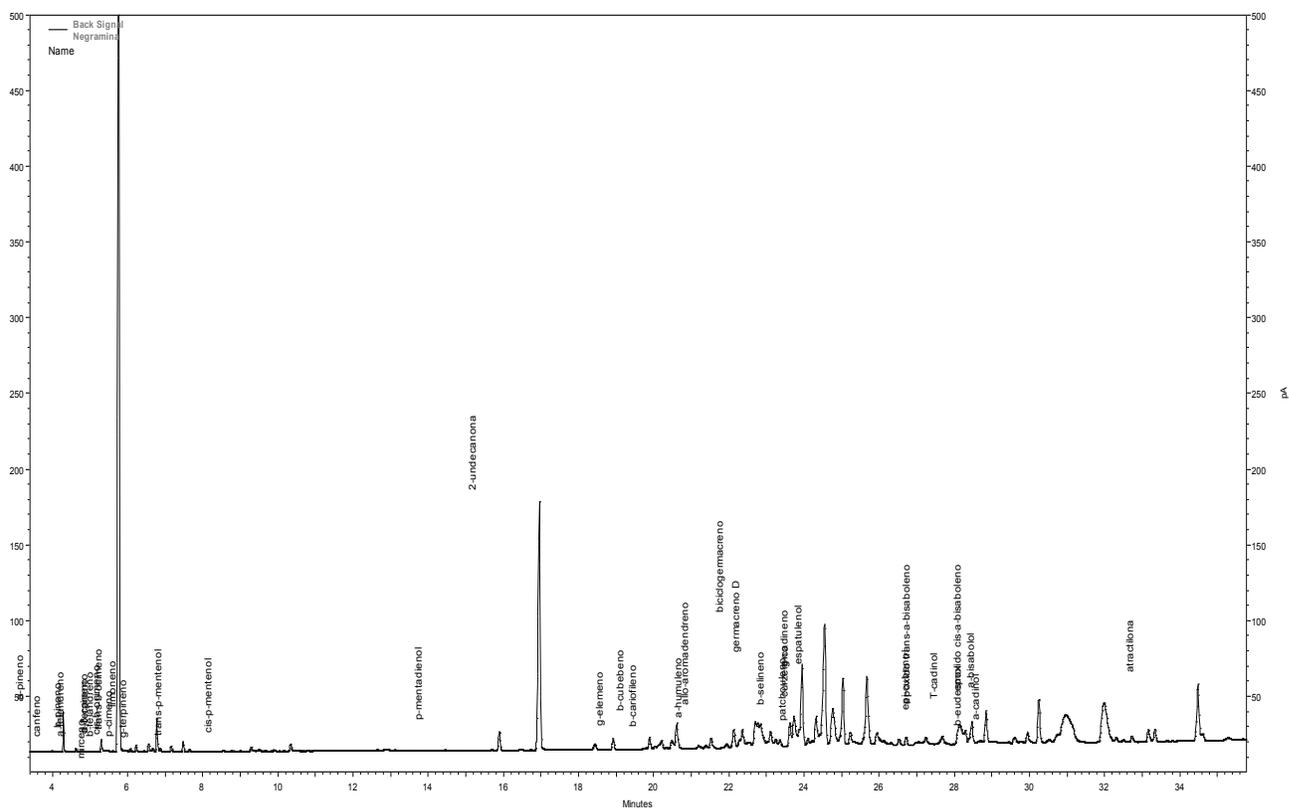
As concentrações inibitórias quando em testes antimicrobianos envolvendo produtos naturais, tais quais óleos essenciais, variam em função dos seus compostos majoritários e da espécie de microorganismo. Isto foi comprovado ao avaliar óleos essenciais e respectivos constituintes majoritários das plantas *Satureja montana* L. (timol), *Cymbopogon nardus* L. (citronelal) e *Citrus limonia* Osbeck (limoneno), constatando ação antimicrobiana contra *E. coli* (ATCC 25922) e *S. aureus* (ATCC 25923) em concentrações variando de 1,5% a 5% (MILLEZI *et al.*, 2014).

Estudos quimiotaxonômicos realizados em Portugal continental envolvendo a caracterização fitoquímica dos óleos essenciais de 13 espécies do gênero *Hypericum* L (Guttiferae), intitulado de potencial antidepressivo para o século XXI, os autores sugerem que as diferenças entre as espécies ocorrem, quantitativamente, possivelmente devido ao estado fenológico da planta e fator ambiental ou fitogeográfico e não pelo componente majoritário que tende a se manter na espécie, admitindo diferenças mais relacionadas aos fitoconstituintes traços, particulares de cada espécie (NOGUEIRA *et al.*, 2000). Em geral, ao que parece os constituintes majoritários presentes em extratos e óleos essenciais de plantas da mesma espécie tendem a ser recorrentes.

## COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL POR CROMATOGRAFIA GASOSA

A avaliação cromatográfica do óleo essencial evidenciou a presença e a quantidade de 37 componentes do óleo essencial foliar de *S. guianensis*, resultante da relação entre os dados do GC-FID (Figura 9) e àqueles obtidos pelo índice de retenção de Kovat's (IK), cujo cálculo leva em consideração o tempo de retenção de uma série de n-alcenos. A técnica da GC- MS (Tabela 2)

permitiu a comparação desses componentes químicos com os perfis de fragmentação de massa padrão no banco de dados NIST, resultando na caracterização dos componentes majoritários presentes.



**Figura 9.** Constituintes químicos do óleo essencial de folhas de *S. guianensis* presente em Floresta de Savana brasileira. Cromatograma CG-FID.

Os metabólitos secundários majoritários (Tabela 2) do óleo essencial das folhas dessa espécie nas condições avaliadas são terpenos (71,72%), determinados pela predominância de sesquiterpenos (39,54%) tais como germacreno, bisabolol, espatulenol, curzerono e atractilona e monoterpênos (32,18%), onde o mirceno foi o componente majoritário.

**Tabela 2.** Teor (%) de componentes majoritários, classes e Índice de Kovats (IKcalc) por cromatografia GC-MS do óleo essencial de folhas de *S. guianensis* em Floresta de Savana brasileira.

Componentes majoritários	Classe	RT (min)	Área de Pico	Conc (%)	IKcalc
Mirceno	MT	5.77	16288206	28.74	982
Biciclogermacreno	ST	24.55	3451683	6.09	1509
Epoxido trans- $\alpha$ -bisaboleno	ST	30.95	2757097	4.86	1689
Epoxido cis- $\alpha$ -bisaboleno	ST	31.98	2164474	3.82	1718
$\alpha$ -bisabolol	ST	30.25	945839	1.67	1669
Germacreno D	ST	23.95	2030636	3.58	1492
Espatulanol	ST	25.68	1887134	3.33	1541
Atractilona	ST	34.48	1324550	2.34	1788
Curzereno	ST	24.75	1301144	2.30	1515
2-undecanona	CET	16.96	4745689	8.37	1296
Total Sesquiterpenos	ST	-	-	39,54	-
Total Monoterpenos	MT	-	-	32,18	-
Total de Cetonas	CET	-	-	8.37	-

MT=monoterpeno; CET= cetona; ST=sesquiterpeno

Sesquiterpenos e monoterpenos já haviam sido identificados como constituintes majoritários na composição volátil das folhas de plantas dessa espécie nas condições brasileiras da Amazônia, Mata Atlântica e Cerrado (Zoghbi *et al.*, 1998; Viana *et al.*, 2002; Fischer *et al.*, 2005; Montanari, 2010, Valentini *et al.*, 2010b), com relatos desta composição predominante em plantas de País vizinho, como Panamá (SOUZA e FELFILLI, 2005). Outro constituinte majoritário e com significativa quantidade na composição volátil avaliada foi a acetona alifática 2-undecanona, identificado em estudos anteriores (Fischer *et al.*, 2005; Valentini *et al.*, 2010b) e conhecido como o componente tóxico de óleos essenciais. O monoterpeno mirceno foi o constituinte em maior quantidade (28,72%) e apresenta efeito analgésico (Passos *et al.*, 2009) o que corrobora com o uso popular desta espécie também contra agravos como febres e resfriados.

Desta forma, ao que parece, o óleo essencial das folhas de *S. guianensis* apresenta perfil fitoquímico majoritariamente formado pelos compostos monoterpenos e sesquiterpenos. Neste caso a presença do bisabolol/bisaboleno (10,35%), importantes anti-inflamatórios e analgésicos, têm sido constatada no componente volátil das folhas dessa espécie, independente da localidade geográfica. Acredita-se que este constituinte foi determinante da atividade antibactericida frente a *S. aureus*. Este resultado é sugestivo de mais pesquisas para verificar se tais componentes poderão ser indicados como marcadores químicos do óleo essencial dessa espécie e útil para o controle da qualidade da matéria

prima, seja para subsidiar o uso seguro e eficaz de plantas medicinais ou direcionar futuras aplicações na forma de fitoterápicos e/ou fitofármaco.

Estudos futuros envolvendo a quimiotaxonomia dessa espécie no bioma Cerrado são relevantes especialmente pela biomassa nativa das plantas dessa espécie, ainda, em abundância em determinados remanescentes florestais do Bioma Cerrado. Os chamados quimiotipos ajudam a mapear plantas da mesma espécie de ocorrência em diferentes localidades, pois retratam um pouco da variabilidade genética das plantas, que está intimamente relacionada com a qualidade dos óleos voláteis (TAVARES *et al.*, 2005). A presença de monoterpenos abre possibilidades para realização de estudos para controle de mosquitos vetores de doenças negligenciadas como Leishmaniose e dengue, ainda muito freqüentes especialmente na região norte do Brasil, onde se tem surtos epidêmicos. O conhecimento popular já aponta certo cuidado e recomenda não ingestão de chás das folhas das plantas de *S. guianensis* devido ao poder abortivo e danos no sistema nervoso, o que pode ser explicado pelo alto teor (8.37%) de 2-undecanona identificado no óleo essencial, sendo este componente tóxico.

A bioatividade do óleo essencial de *S. guianensis* nas concentrações utilizadas frente a *S. aureus* ocorreu possivelmente devido a uma menor resistência da parede celular frente a entrada desse antimicrobiano natural comparativamente às demais cepas testadas. Isso vem sendo explicado em estudos de avaliação da atividade antimicrobiana por plantas medicinais onde a ação contra a bactéria *S. aureus*, que é gram-positiva, em detrimento daquelas gram-negativas se deve à maior permeabilidade da parede celular e suas propriedades de superfície que, embora espessa, apresenta um único tipo de macromolécula, o que a coloca com mais sensibilidade aos antimicrobianos e possibilita entrada dos mesmos via parede celular (YOCOTA e FUJII, 2007). Mas deve se levar em conta também a capacidade dos fitoconstituintes da espécie em criar condições de penetrar na célula do microorganismo e inibir seu crescimento, visto que nas condições nativas normalmente plantas de espécies aromáticas tem a capacidade de resistir a ataque de fungos e bactérias patogênicas. Isto pode ser atribuído à presença de alguns terpenos, que por sua vez fazem parte do mecanismo de defesa química da planta (CASTRO *et al.*, 2004). Já foi comprovado que o mecanismo de ação dos monoterpenos de óleos essenciais envolve, principalmente, efeitos tóxicos à estrutura e à função da membrana celular do vetor alvo (OLIVEIRA *et al.*, 2011), possibilitando a entrada do óleo na estrutura do microorganismo e seu consequente efeito de inibição de crescimento

Os principais grupos de compostos com propriedades antimicrobianas, extraídos de plantas incluem terpenóides, alcalóides, lectinas, polipeptídeos, flavonóides, taninos e cumarinas (Haida *et al.*, 2007; Duarte, 2006) e para óleos essenciais tem-se, de maneira geral, predominado terpenos

(DUARTE, 2006; MIGUEL, 2010). Para *S. guianensis*, terpenos já foram confirmados como constituintes químicos majoritários da composição volátil extraídas das folhas de plantas nativas do estado de Minas Gerais (Montanari, 2010) e do cerrado de Mato Grosso (Valentini *et al.*, 2010b). A presença deste componente ajuda a explicar a potencialidade do óleo essencial dessa espécie (Porto, 2008), bem como respondem pelo aroma característico, aproximando-se do cítrico ou limão doce, sendo estes constituintes prontamente obtidos por destilação de órgãos vegetais (CASTRO *et al.*, 2004).

Embora sejam poucos os estudos no Brasil envolvendo a fitoquímica de *S. guianensis* merecem destaque pontos comuns quanto ao componente majoritário do óleo essencial de plantas de diferentes regiões do País. Para plantas de remanescentes florestais do sudeste do País, Estado de Minas Gerais, em seu óleo essencial foi identificado majoritariamente o álcool bisabolol e o monoterpene terpinoleno (Montanari, 2010). No cerrado do Estado do Mato Grosso (Valentini *et al.*, 2010b) e na região Norte, Estado do Pará (Zoghbi *et al.*, 1998), observou-se a presença de vários terpenóides, incluindo o sesquiterpene bisabolol. Monoterpenos e sesquiterpenos também foram identificados em plantas da Amazônia (Viana *et al.*, 2002). De maneira geral, são os terpenos e os terpenóides os metabolitos secundários mais presentes nos óleos essenciais, ou seja, compostos farmacologicamente ativos e majoritários (Duarte, 2006; Miguel, 2010), fato confirmado no presente estudo.

Outra questão deste estudo refere-se a não bioatividade do extrato e, ao contrário, a bioatividade do óleo frente ao mesmo microorganismo. É possível que a bioatividade do óleo essencial foliar resulte do menor número de substâncias químicas e em maior quantidade quando comparados com o extrato bruto que não apresentou atividade e tem normalmente um grande número de substâncias, porém, em menores quantidades. Esta hipótese é apresentada por Alves (2007) ao constatar ação inseticida de folhas de *S. guianensis* do Cerrado, Planalto Central, sendo confirmada a ausência de alcalóides e também a presença de terpenóide (curzerona).

Os resultados deste estudo induzem a uma necessidade de ajuste das concentrações a serem futuramente utilizadas em bioensaio exploratório com esta espécie. Isto porque no presente bioensaio é possível que as concentrações utilizadas não tenham sido adequadas para maximização da atividade antimicrobiana frente aos microorganismos testados, o que vale tanto para o extrato quanto para o óleo essencial das folhas das plantas desta espécie. Há incipiência de registros anteriores em bioensaios de natureza exploratória envolvendo esta espécie. Além disso, nos registros científicos as informações quanto à concentração utilizada deixa de ser informada ou é insuficiente para padronizá-la, tanto em quantidade quanto em unidades métricas. Mesmo diante deste desafio, entende-se que os resultados

obtidos trazem respostas úteis mediante as possibilidades do uso desta informação para mais estudos visando prospecção da espécie. Estudos com outras espécies do gênero evidenciaram bioatividade ou mesmo ausência desta ação. Para *S. brasiliensis* foi verificada ausência de efetividade de extratos foliares de plantas do Estado de Minas Gerais na concentração de 400 µg/mL para 5 microorganismos testados, dentre tais *S. aureus* e *P. aeruginosa* (Souza *et al.*, 2013) sendo esta ausência de ação antimicrobiana também verificada em extratos foliares das plantas da espécie *Siparuna apiosyce* (Mart.), presente no sudeste brasileiro, frente aos microorganismos *E. coli* (ATCC 10531) e *S. aureus* (ATCC 6538) e *C. albicans* (ATCC 10231) em única concentração de 50 µL.mL. Para o óleo essencial de folhas de *S. guianensis* somente um estudo de interesse agroquímico mostrou bioatividade contra cepa gram-negativa (*E. coli*) e gram-positiva (*B. cereus* e *S. aureus*) e isto ocorreu em concentrações mínimas inibitórias, respectivamente, de 63 e 31 µg.mL<sup>-1</sup>, sendo esta resposta dez vezes menores que de óleos essenciais de Anacardiaceae e Verbenaceae (MONTANARI, 2010). Este autor testou o bisabolol isolado do óleo foliar e isto, talvez, tenha aumentado o potencial antibactericida também contra *E. coli*, gram negativa, o que não aconteceu na presente pesquisa.

Acredita-se que as concentrações utilizadas na presente pesquisa, seja para o extrato vegetal ou para o óleo, foi uma das possíveis razões para pouca bioatividade ou mesmo resposta talvez ainda não maximizada dos potenciais antimicrobianos naturais utilizados. Isto sugere a necessidade de realização de exaustiva pesquisa com esta espécie visando a determinação da Concentração Mínima Inibitória (CIM). Sugere-se iniciar com escalas partindo de 8 µg.mL<sup>-1</sup> para óleos essenciais, com intervalos de 50 até atingir 500 µg.mL<sup>-1</sup>, indo de uma ótima resposta de atividade até uma moderada, seguindo o raciocínio de Holetz *et al.* (2002) e Mendes *et al.* (2011). Uma das dificuldades da padronização das concentrações é ainda a escassez de dados de pesquisa com esta espécie. É necessária a realização desta etapa de padronização da concentração, o que possibilita avançar nos estudos prospectivos com esta espécie.

Outro aspecto que merece ser revisado a partir do presente estudo refere-se a opção do método padrão de inóculo adotado, também, para o fungo patogênico de interesse agrícola. A atividade biológica contra *Fusarium* sp têm sido testada com o uso da semeadura do produto antimicrobiano em placa de ágar contendo dextrose e uma inoculação subsequente utilizando disco 6 mm de diâmetro, contendo de 5 a 25 µg de micélios de cultura dos fungos (Castro *et al.*, 2011), sendo o contrário do utilizado no presente estudo.

Este estudo amplia os conhecimentos sobre produtos naturais vegetais e suas potencialidades. Fortalece as fundamentações quanto às plantas tropicais, sendo as mais ricas e valiosas fontes de

medicamentos naturais bem como provedores de novas substâncias químicas bioativas (PINHO *et al.*, 2012; AKINYEMI e OGUNDARE, 2014). Corroborar com a busca por novos agentes antimicrobianos, especialmente pelo resultado frente a *S. aureus*, sendo importante devido a sua elevada virulência e resistência aos antimicrobianos convencionais, além de se associar a várias doenças, incluindo enfermidades sistêmicas potencialmente fatais, infecções cutâneas, infecções oportunistas e intoxicação alimentar (ARDURA, 2009; MILLEZI *et al.*, 2014). Essa bactéria faz parte da microbiota humana, freqüentemente encontrada na pele e nas fossas nasais de pessoas saudáveis (Trabulsi e Altherthum, 2005) sendo capaz de provocar doenças que vão desde uma infecção simples da pele, como espinhas e furúnculos, até as mais graves como pneumonia necrosante em crianças e jovens previamente saudáveis, meningite, endocardite, infecções ósseas, artrites sépticas e infecções de próteses ósseas, entre outras (SANTOS *et al.*, 2007). Foi uma das primeiras a serem controladas com a descoberta dos antibióticos, mas, devido a sua enorme capacidade de adaptação e resistência, tornou-se uma das espécies de maior importância no quadro das infecções hospitalares e comunitárias (TRABULSI e ALTHERTHUM, 2005). No Brasil, os índices de cepas multiresistentes em hospitais variam de 40% a 80%, principalmente em UTIs, o que faz crescer o interesse por novos e mais eficazes antibióticos visando combater esses agentes infecciosos (SANTOS *et al.*, 2007), sendo esta também uma crescente demanda mundial (TRABULSI e ALTHERTHUM, 2005; ANTUNES *et al.*, 2006; AKINYEMI e OGUNDARE, 2014).

#### BIOMASSA E RENDIMENTO PROSPECTIVO DE *S. guianensis* EM FLORESTA DE SAVANA

A determinação da biomassa das plantas de espécies da flora medicinal nativa e de seu rendimento foliar é importante para estimativas de matéria prima visando prospecção da biodiversidade. As folhas são as partes das plantas medicinais mais utilizadas popularmente, podendo ser de espécies de características distintas bem como originárias de diferentes tipologias vegetais.

As folhas aromáticas de *S. guianensis* são suas maiores reservas de óleos essenciais e apresentou rendimento de 1,2% (v/v). Não foi verificada variação sazonal significativa de rendimento nas condições de Floresta estacional semidecídua do bioma Mata Atlântica de acordo com pesquisa realizada por Castellani *et al.* (2006). Os autores constataram rendimentos variando de 0,12 a 0,25%, com melhor resultado no outono (período crítico de estiagem e emissão de botões florais) e pior na primavera (período final de chuvas com frutificação intensa e novas brotações), neste caso ocorrendo provável esgotamento da quantidade dos fitoconstituintes do óleo. Em pesquisa realizada por

Montanari (2010) com esta espécie medicinal e monitoramento dos teores de óleo foliares durante 01 ano, na Mata Atlântica do Estado de Minas Gerais, foi verificada uma baixa variação quanto ao rendimento, 4,5 a 7%, sendo menor entre os meses de setembro a novembro, decorrente da época crítica da seca e desfolha das plantas, ou seja, logo após a frutificação. Já para o bioma Cerrado, em monitoramento realizado por Valentini *et al.* (2010b) no Estado do Mato Grosso, foi verificado um rendimento 5 vezes menor, sendo este resultado apontado devido a fatores edafoclimáticos locais bem como a época de colheita, com rendimentos menores no estágio vegetativo.

Nesta espécie, as folhas podem ser fontes de constituintes químicos de interesse biológico, como flavonóides com ação antiinflamatória, taninos com ação antimicrobiana e terpenóides com ação antimicrobiana e inseticida (Montanari, 2010), sendo a composição de serquiterpenos (70%) majoritária do seu óleo (Valentini *et al.*, 2010b) e presentes em estudos já realizado na região Norte do País (FISCHER *et al.*, 2005). Estes pontos levantados são essenciais no controle da matéria prima de plantas medicinais e devem ser considerados visando caracterização da produção em escala regional, ainda não realizada para a espécie em questão.

No presente estudo as plantas de *S. guianensis* apresentaram considerável reserva de biomassa fresca na porção aérea (3300 kg/ha). Entretanto, é importante estimar a quantidade dessa biomassa no compartimento foliar. Isto porque a extração tanto do extrato quanto do óleo essencial foi feita usando a folha da planta. Como não existe este dado disponível na literatura para esta espécie, optou-se por estimá-lo considerando resultados de pesquisa com espécies nativas. Barbosa e Ferreira (2004) avaliaram a compartimentação da biomassa acima do solo de plantas de espécies nativas de floresta em Roraima, norte da Amazônia Brasileira, onde 86,2% da vegetação faziam parte do componente arbóreo-arbustivo, concluindo que 88% dessa biomassa correspondiam à fração madeira e 12% à fração folha. Partindo desta informação, da biomassa da porção aérea e compartimento folhas (3300 Kg/ha: 396Kg/ha), rendimento foliar para óleo (250g:1,2%) e para extrato (100g:9,6%), conclui-se a seguinte projeção de reserva medicinal foliar de *S. guianensis* foliar por cada hectare da Reserva Legal de Floresta Estacional Semidecídua: 38 Kg/ha de extrato bruto e 1,9Kg/ha (5L/ha; D=0,38) de óleo essencial. Isto representa um potencial de uso prospectivo da matéria prima foliar dessa espécie medicinal de 23 ton de extrato e aproximadamente 3000L de óleo essencial por toda a área de Reserva Legal de Floresta Estacional Semidecídua do assentamento rural (610ha). Estas informações são inéditas para a espécie e bioma Cerrado sendo importantes para prospecção. Ressalta-se, notadamente, que estas reservas não estariam prontamente disponíveis ao mesmo tempo em razão das premissas de

usos a partir de manejo sustentável em ecossistemas nativos, onde não se utiliza o método destrutivo de plantas e há necessidade de coleta racional.

## CONCLUSÃO

A concentração do antimicrobiano natural utilizado poderá influenciar no tamanho do halo de inibição de crescimento do microorganismo, com confirmação neste estudo para a bactéria Gram-positiva *S. aureus* inibida pelo óleo essencial de *S. guianensis*. Ocorreu inibição de crescimento pelo uso da técnica de difusão em disco *in vitro* frente as concentrações do óleo essencial bruto ( $380\mu\text{g.mL}^{-1}$ ), diluído à metade ( $190\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) e à um quarto ( $95\mu\text{g.mL}^{-1}$ ), formando maior halo de inibição quando bruto e menor resposta na menor concentração utilizada. Os componentes majoritários monoterpênicos e sesquiterpênicos, especialmente bisabolol/bisaboleno, possivelmente tenham sido responsáveis por esta resposta antibactericida contra *S. aureus*.

Para o extrato foliar não houve nas condições testadas inibição do crescimento frente às bactérias (*Staphylococcus aureus* - ATCC 29213; *Escherichia coli* - ATCC 25922 e ATCC 35218; *Pseudomonas aeruginosa* - ATCC 10145) e os fungos (*Issatchenkia orientalis* - ATCC 6258; *Fusarium oxysporum*).

É uma espécie perene de relevante interesse ecológico para florestas do bioma Cerrado devido a sua abundância na Reserva Legal (610ha) de Floresta Estacional Semidecídua, reservatório de biomassa medicinal potencial de uso prospectivo como antimicrobiano e bom suprimento de matéria prima (23 ton de extrato e aproximadamente 3000L de óleo essencial). Esta informação é útil para o planejamento de uso prospectivo da matéria prima das plantas dessa espécie em condições naturais, possibilitando estudos futuros com o manejo sustentável de área de Reserva Legal no âmbito da agricultura familiar da região norte do País (assentamentos rurais). Sugere-se continuidade de estudos com seus extratos e óleos essenciais, porém, até o esgotamento das concentrações mínimas inibitórias de forma a determinar a CIM (Concentração Mínima Inibitória) e a padronização do método, informação simples, porém, ainda não disponibilizada nos registros científicos, o que dificulta a realização das pesquisas. O óleo essencial das folhas é bastante promissor e apresenta potencial para continuidade de testes de atividade biológica frente a microrganismos de interesse agrícola ou zootécnico bem como àqueles responsáveis por agravos de conhecimento popular e contra insetos vetores relacionados a doenças negligenciadas no Brasil. Isto é muito relevante para o contexto da

agricultura familiar brasileira, especialmente nas regiões norte e nordeste do País. Recomenda-se fortalecimento dos estudos para mapear quimiotipos a partir do componente volátil das folhas dessa espécie.

## REFERÊNCIAS

ACOSTA, M. *et al.* Composición química de los aceites esenciales de *Ocimum basilicum* L. var *basilicum*, *O.basilicum* L. var *purpurensens*, *O. gratissimum* L., y *O.tenuiflorum* L., y su efecto antimicrobiano sobre bacterias multirresistentes de origen nosocomial. **Revista de La Facultad de Farmacia**, n. 1, p. 19-24, 2003.

ALVES, J. R. **Ciclo biológico de *Rhodnius milesi* (Hemiptera: Reduviidae) e atividade de extrato de plantas.** UnB: Brasília-DF. (Dissertação de mestrado em ciências Médicas). 2007. 52p.

ALVES, T.M de, A *et al.* Biological screening of Brazilian medicinal plants. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, n. 3, p.367-373, 2000.

AKINYEMI, A.I.; OGUNDARE, A.O. Antibacterial Properties of the Leaf Extracts of *Anthocheista djalonensis* A. Chev on Some Pathogenic Organisms. **European Journal of Medicinal Plants**, v.4, n.1: p.75-85, 2014

ARDURA, M.I *et al.* Enhanced Monocyte Response and Decreased Central Memory T Cells in Children with Invasive *Staphylococcus aureus* Infections. **PLoS ONE**. v. 4, n.5: e5446. 2009.

ANTUNES, R.M.P. *et al.* Atividade antimicrobiana "*in vitro*" e determinação da concentração inibitória mínima (CIM) de fitoconstituintes e produtos sintéticos sobre bactérias e fungos leveduriformes. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, n.4, p.517-24, 2006.

BAKKALI, F. *et al.* Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, p.446-475, 2008.

BARBOSA, R. I; FERREIRA, C. A. Biomassa acima do solo de um ecossistema de "campina" em Roraima, norte da Amazônia brasileira. **Acta Amaz.** Manaus, v. 34, n. 4, p. 577-586. 2004.

BESSA, N.G.F. *et al.* Prospecção fitoquímica preliminar de plantas do cerrado de uso popular medicinal pela comunidade rural do Assentamento Vale Verde, Tocantins. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, n.4, p. 692-707, 2013.

CASTELLANI, D.C. *et al.* Produção do óleo essencial em catuaba (*Trichilia catigua* A. Juss) e negramina (*Siparuna guianensis* Aubl.) em função da época de colheita. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.8, p.62-5, 2006.

CASTRO, H. G. de *et al.* Avaliação do teor e composição do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* (L.) em diferentes épocas de colheita. **Rev. Ciênc. Agron.** Fortaleza:CE, v. 41, n. 2, p. 308-314. 2010.

CASTRO, H.G de *et al.* **Contribuição ao Estudo das Plantas Mediciniais: Metabólitos secundários.** 2ª Ed-Visconde do Rio Branco: Viçosa, MG. p.49-85. 2004.

COSTA, A. R. T. *et al.* Ação do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L. M. Perry sobre as hifas de alguns fungos fitopatogênicos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n.2, p.240-245, 2011.

CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE (CLSI). **Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests**. Approved Standard-Ninth Edition. Clinical and Laboratory Standards Institute document M2-A9. Wayne/Pennsylvania, USA . v.26, n.1. 2006. 35p.

DAVET, A. *et al.* Atividade antibacteriana de *Cereus jamacaru* DC, Cactaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, n.19(2B), p.561-564, 2009.

DORMAN, H.J.D.; DEANS, S.G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal of Applied Microbiology**, n. 2, p.308-316, 2000.

DUARTE, M.C.T. Atividade Antimicrobiana de Plantas medicinais e aromáticas utilizadas no Brasil. Construindo a história dos Produtos Naturais. **Multi Ciência: Revista Interdisciplinar dos Centros e Núcleos da Unicamp**, n. 1, p. 1-16, 2006.

FACUNDO, V.A. *et al.* Chemical constituents from three medicinal plants: *Piper renitens*, *Siparuna guianensis* and *Alternanthera brasiliana*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, n.5. p. 1134-1139, 2012.

FISCHER, D.C.H. *et al.* Essential oils from fruits and leaves of *Siparuna guianensis* (Aubl.) Tulasne from Southeastern Brazil. **Journal of Essential Oil Research**, n. 17, p. 101-104, 2005.

FURTADO, R.F. *et al.* Larvicidal Activity of Essential Oils against *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). **Neotropical Entomology**, n.5, p.843-847, 2005.

GEROMINI, K.V.N. *et al.* Atividade antimicrobiana de óleos essenciais de plantas medicinais. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia**, n. 2, p. 127-131, 2012.

HAIDA, K.S. *et al.* Avaliação in vitro da atividade antimicrobiana de oito espécies de plantas medicinais. **Arquivos de Ciências da Saúde**, v. 11, p. 185-192, 2007.

HARTMANN, K.C; ONOFRE, S.B. Atividade Antimicrobiana de Óleos Essenciais da Camomila (*Matricaria chamomilla* L.). **Revista Saúde e Pesquisa**, n.3, p. 279-283, 2010.

HOLETZ, F.B. *et al.* Screening of some plants used in the Brazilian folk medicine for the treatment of infectious diseases. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, n.7, p.1027-1031, 2002.

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

KNAAK, N.; FIUZA, L.M. Potential of essential plant oils to control insects and microorganisms. **Neotropical Biology and Conservation**, n.2, p.120-132, 2010.

KOKETSU, M.; GONÇALVES, S.L. **Óleos essenciais e sua extração por arraste a vapor**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA. 1991.

KONEMAN, E.W. *et al.* Antimicrobial susceptibility testing. In: **Color atlas and text book of diagnostic microbiology**. 5. ed. Philadelphia, New York: Lippincott, 1997. p. 398-408.

LEITÃO, G.G. *et al.* Review article Chemistry and pharmacology of Monimiaceae: a special focus on *Siparuna* and *Mollinedia*. **Journal of Ethnopharmacology**, 65 p. 87-102, 1999.

LEITE, J.P.V. Química dos produtos naturais: Uma abordagem Biossintética. In: Leite, J.P.V. **Fitoterapia: bases científicas e tecnológicas**. 1. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2009, 328p.

MATOS, F.J.A de. **Introdução a fitoquímica experimental**. 3. ed. Fortaleza: edições UFC, 2009. 143p.

MENDES, L.P.M. *et al.* Atividade Antimicrobiana de Extratos Etanólicos de *Peperomia pellucida* e *Portulaca pilosa*. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, n.1, p.121-125, 2011.

- MICHELIN, D.C. *et al.* Avaliação da atividade antimicrobiana de extratos vegetais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, n.4. p. 316-320. 2005.
- MIGUEL, M.G. Antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils: a short review. **Molecules**. v.15, p.9252-9287, 2010.
- MILLEZI, A.F. *et al.* Caracterização química e atividade antibacteriana de óleos essenciais de plantas condimentares e medicinais contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, n. 1, p.18-24, 2014.
- MONTANARI, R.M. **Composição química e atividades biológicas de óleos essenciais de espécies de Anacardiaceae, Siparunaceae e Verbenaceae.** Universidade de Viçosa: UFV-MG. Tese (Programa de Pós Graduação em Agroquímica). 2010. p-100-120.
- NASCIMENTO, P.F.C. *et al.* Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais: uma abordagem multifatorial dos métodos. **Rev Bras Farmacogn.** v.17. p.108-113. 2007.
- NEGRI, G.; SANTI, D.; TABACH, R. Chemical composition of hydroethanolic extracts from *Siparuna guianensis*, medicinal plant used as anxiolytics in Amazon region. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, n.5, p. 1024-1034, 2012.
- NOGUEIRA, T. *et al.* Quimiotaxonomia do gênero *Hypericum* L. em Portugal continental. **Portugaliae acta Biol.** v.19. p.21-30. 2000.
- NUNES, X.P. *et al.* Atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Sida cordifolia* L. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, supl., p.642-644, 2006.
- OLIVEIRA, M.M.M. *et al.* Rendimento, composição química e atividade antilisterial de óleos essenciais de espécies de *Cymbopogon*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, n.1, p.8-16, 2011.
- OSTROSKY, E.A. *et al.* Métodos para avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da concentração inibitória mínima. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, n.2. p. 301-307. 2008.
- PASSOS, C. S. *et al.* Terpenóides com atividade sobre o Sistema Nervoso Central (SNC). **Rev. bras. farmacogn.** v.19, n.1a, p. 140-149. 2009
- PACKER, J.F.; LUZ, Marisa M.S. da. Método para avaliação e pesquisa da atividade antimicrobiana de produtos de origem natural. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, n. 1, p. 103-107, 2007.
- PINHO, L. *et al.* Atividade antimicrobiana de extratos hidroalcoólicos das folhas de alecrim-pimenta, aroeira, barbatimão, erva baleeira e do farelo da casca de pequi. **Ciência Rural**, n.2, p.326-331, 2012.
- PINHO, L. *et al.* Atividade antimicrobiana de extratos hidroalcoólicos das folhas de alecrim-pimenta, aroeira, barbatimão, erva baleeira e do farelo da casca de pequi. **Ciência Rural**, n.2, p.326-331, 2012.
- PORTO, K.R.A. *et al.* Atividade larvicida do óleo de *Anacardium humile* Saint Hil sobre *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae). **Revista da sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, n.6, p.586-589, 2008.
- SANTOS, A. L. dos *et al.* *Staphylococcus aureus*: visitando uma cepa de importância hospitalar. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, n.6, p. 413-423, 2007.
- SCHWAN-ESTRADA, K.R.F. *et al.* Uso de plantas medicinais no controle de doenças de plantas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 36., 2003, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: SBF, 2003. p. 54-56.
- SEIXAS, P.T.L. *et al.* Controle fitopatológico do *Fusarium subglutinans* pelo óleo essencial do capimcitronela (*Cymbopogon nardus* L.) e do composto citronelal. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.13, especial, p.523-526, 2011.
- SILVA, N.L.A.; MIRANDA, F.A.A; CONCEIÇÃO, G.M. Triagem fitoquímica de Plantas do Cerrado da Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão. **Scientia Plena**, n.2, p.1-17, 2010.

- SILVA, S.M.F.Q. *et al.* Atividade in vitro de extratos brutos de duas espécies vegetais do cerrado sobre leveduras do gênero *Candida*. **Ciência Saúde Coletiva**, n.6, p.1649-1656, 2012.
- SILVEIRA, J.C. *et al.* Levantamento e análise de métodos de extração de óleos essenciais. **Enciclopédia Biosfera**. Centro Científico Conhecer, n.15, p. 2038-2052, 2012.
- SIMÕES, C.M.O. *et al.* **Farmacognosia: da planta ao medicamento**, 5ª ed., Porto Alegre – Florianópolis. Editora da UFRGS/ Editora da UFSC, 2003.
- SOUZA, J.N.P. *et al.* Bioprospecção das atividades antioxidante e antimicrobiana de espécies vegetais medicinais coletadas em Ouro Preto-MG. **Revista Eletrônica de Farmácia**. v. x (1), p. 01 -15. 2013
- SOUZA, S.A.M. *et al.* Óleos essenciais: aspectos econômicos e sustentáveis. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, n.10, p. 1-11, 2010.
- TAVARES, E.S. *et al.* Análise do óleo essencial de folhas de três quimiotipos de *Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. (Verbenaceae) cultivados em condições semelhantes. **Rev. Bras. Farmacogn.** 15, 1-5. 2005.
- TRABULSI, L.R.; ALTHERTHUM, F. **Microbiologia**. *Staphylococcus aureus*. São Paulo: Atheneu, 2005. cap. 20, p. 175-82.
- TULB, M; BOHLIN, L. Functional versus chemical diversity: is biodiversity important for drug discovery? **Trends in Pharmacological Sciences**, n.5, p.225-231, 2002.
- VALENTINI, C.M.A. *et al.* Uso e conservação da negramina (*Siparuna guianensis* Aubl.) em Bom Sucesso, Várzea Grande-MT. **Interações**, n. 2, p. 195-206, 2009.
- VALENTINI, C. M. A; ORTÍZ-RODRIGUEZ, C. E; COELHO, M. F. B. *Siparuna guianensis* Aublet (negramina): uma revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, n.1, p.96-104, 2010a.
- VALENTINI, C. M. A. *et al.* . Variação anual do rendimento e composição química dos componentes voláteis da *Siparuna guianensis* Aublet. **Química Nova**, n. 7, p.1506-1509, 2010b.
- VALENTINI, C.M.A. *et al.* Propagação de *Siparuna guianensis* Aublet (Siparunaceae) por estaquia caulinar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, n. 3, p. 495-501, 2011.
- VALENTINI, C.M.A. *et al.* . Fenologia da *Siparuna guianensis* Aublet em dois bosques de preservação ambiental em Cuiabá-MT. **Cerne**, n. 4, p. 581-591, 2013.
- VIANA, F.A. *et al.* Essential oil of *Siparuna guianensis* Aublet from the Amazon region of Brazil. **Journal of Essential Oil Research**, n. 14, p.60-62, 2002.
- VIEIRA, F.R.; ALVES, R.B.N. Desafios para a conservação de recursos genéticos de plantas medicinais e aromáticas no Brasil. In: COELHO, M. F. B.; COSTA JUNIOR, P.; DOMBROSKI, J. L. D. (Org.). **Diversos olhares em etnobiologia, etnoecologia e plantas medicinais**. Cuiabá: UNICEN, 2003. p. 157-181.
- VIOLANTE, I.M.P. *et al.* Avaliação in vitro da atividade fotoprotetora de extratos vegetais do cerrado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, n.2a, p. 452-457, 2009.
- YOKOTA, S; FUJII, N. Contributions of the lipopolysaccharide outer core oligosaccharide region on the cell surface properties of *Pseudomonas aeruginosa*. **Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases**. v. 30. p. 97-109. 2007.
- ZOGHBI, M.G.B. *et al.* Essential Oils of *Siparuna guianensis* Aubl. **Journal of Essential Oil Research**, v.10, p. 543-546, 1998.

## **CAPITULO 5**

### **DISCUSSÃO GERAL E CONCLUSÕES**

Ao analisar a floresta de área de Reserva Legal de savana brasileira, na perspectiva de reservatório e uso prospectivo de plantas medicinais, biomassa e carbono orgânico, têm-se contribuições relevantes que podem auxiliar na conservação desses remanescentes do bioma Cerrado. Dentre tais podemos persistir na necessidade urgente de prestação de serviço na forma de assistência técnica especializada de qualidade junto aos produtores familiares da reforma agrária, política pública já preconizada e não realizada com eficiência, pois esta é uma via de acesso ao conhecimento sobre Reserva Legal, legislação, seus potenciais e usos permitidos na concepção da sustentabilidade. Este papel é institucionalizado ao INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária), por meio de recursos do governo federal na contratação de empresas de ATER (Assistência Técnica Rural), porém, pode se efetivar apoio junto às universidades locais regionais que, conjuntamente, aos assentados, órgãos ambientais e de saúde podem subsidiar debate em torno dos recursos medicinais, seus benefícios e importância de conservação de Reserva Legal, atualmente sob risco antropico. A prospecção de plantas medicinais, inseridos em uma política de repartição de benefícios ou mesma pesquisa participativa com envolvimento das comunidades detentoras de conhecimento popular e/ou tradicional pode ser uma das alternativas que sejam capazes de conciliar o uso dos recursos naturais à melhoria da qualidade de vida com benefícios em renda e trabalho com assentamentos rurais. É possível que estratégias de uso prospectivo de plantas medicinais nativas em assentamentos rurais possam favorecer a formação de corredores ecológicos mediante estímulos para conservação de Reservas Legais. Isto porque são fragmentos que não estão associados aos cursos de água e são essenciais mediante a interligação às Áreas de Preservação Permanente (APPs), obrigatórias de manutenção no País por lei, sendo estas ao contrário da primeira associadas aos cursos de água. Os usos desconforme de RL têm trazido alterações que levam às mudanças em fluxos de carbono para a atmosfera, em níveis que irão variar com a intensidade do distúrbio (SILVA *et al.*, 2004; PAIVA, REZENDE e PEREIRA, 2011).

A prospecção fitoquímica preliminar dos extratos das plantas medicinais nativas de mais uso popular possibilitou fazer uma correspondência entre indicações terapêuticas populares com a literatura científica sobre metabólitos secundários presentes nas plantas analisadas, evidenciando de maneira geral que as indicações correspondem ao que a ciência comprova *a posteriori*, porém, existem usos inadequados contrariando o que a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos indica, que é a popularização do uso desde que seja de forma segura e eficaz. Estas comprovações da ciência ajudam no debate técnico e científico quanto à inclusão de novas espécies na lista de usos do SUS (Sistema Único de Saúde; público), sendo a *S. guianensis* uma espécie promissora, seja pela bioatividade

comprovada do seu óleo essencial ou mesmo pelo potencial ainda não investigado, onde certamente esta espécie, arbustiva-arbórea de ciclo curto e de significativa biomassa medicinal, poderá ser muito útil no âmbito das doenças causadas por microrganismos patogênicos ou no controle de pragas de culturas ou criações no âmbito da agricultura familiar. Entende-se que o cenário evidenciado na presente pesquisa mostra a vulnerabilidade e o risco de desaparecimento desta espécie medicinal de grande importância ecológica, econômica e social, mas, também mostra que ainda existem alternativas que devem ser analisadas na perspectiva do uso prospectivo e da conservação desta espécie do Cerrado brasileiro em seus reservatórios naturais, como áreas de Reserva Legal das Florestas Estacionais Semidecíduais. Isto pode ser uma das motivações para conservação da biodiversidade.

Sugerem-se testes clínicos com os constituintes majoritários e realizados contra os agravos referidos pela comunidade local e/ou contribuições da literatura, em cujos processos de doenças estejam as inflamações e as infecções que a priori possam ter correspondência com essa bactéria. Isto possibilitaria um retorno às comunidades e à ciência quanto ao uso seguro e eficaz, conforme recomenda a política de plantas medicinais e de fitoterápicos no Brasil. Ainda, devido a presença de terpenos que possam realizar pesquisas voltadas ao controle alternativo do mosquito palha (díptero - flebotomídeo) que está presente na localidade (Assentamento rural Vale Verde) e vetor da Leishmaniose, doença em vias de tornar-se surto epidêmico. Neste caso, a pesquisa deve ser com o óleo essencial mediante terpenos serem os metabolitos secundários majoritários e de maior bioatividade (DUARTE, 2006; MIGUEL, 2010). Neste cenário, é relevante analisar a viabilidade de um produto a base dessa planta, conhecida localmente, com possibilidades de baixo custo e fácil manejo. Ao agregar valor a um bioproduto de origem local/regional, ampliam-se as possibilidades de melhor conservar a biodiversidade brasileira (BARREIRO e BOLZANI, 2009; AQUINO e OLIVEIRA, 2006). O ponto positivo já é a disponibilidade da matéria prima na Floresta Estacional Semidecidual, Reserva Legal, com conhecimento preliminar fitoquímico e quanto a sua bioatividade resultante deste estudo que, associados aos poucos registros científicos que existem com esta espécie, pode levar a ampliação de resultados neste contexto.

É importante que o conhecimento sobre as espécies medicinais nativas sejam ampliados e disseminados, pois, somando conhecimento popular àquele produzido pela ciência pode ser ter: melhorias na qualidade de vida das pessoas pelos benefícios a saúde e uso seguro, acesso facilitado à matéria prima do medicamento natural e baixo custo; inovações tecnológicas de cunho social, tal qual produto de origem natural como vela, sabonete, repelente corporal e que possa ser gerado e usado mediante repartição de benefícios junto a comunidades, em atenção à legislação brasileira e à vigilância

sanitária; achados fitoquímicos em espécies nativas que possam vir a interessar governos e/ou empresas e comércio de produtos naturais; conservação de áreas nativas do Bioma Cerrado pode ser estimulada mediante cenários promissores de prospecção de espécies medicinais, trazendo contribuições para minimização dos efeitos das mudanças climáticas ao contribuir com a formação de corredores ecológicos e evitar desmatamentos ou outras variações de degradação dos ecossistemas naturais, com manutenção de reservatórios de biomassa e carbono em *hotspot* mundial (Bioma Cerrado). É importante lembrar que *hotspot* está associado a ameaças de extinção de espécies e risco antropico (Meyers, 2000), porém, ecossistemas representativos e raros em determinado bioma representam prioridades de conservação em razão dos seus importantes reservatórios de espécies, muitas vezes endêmicas, inclusive da flora. Por isto, deve-se se priorizar algumas estratégias de conservação da biodiversidade, principalmente mediante os limitados recursos financeiros destinados a conservação no Brasil e mundo.

Novas demandas de pesquisa locais regionais surgem a partir desta pesquisa tal como realizar estudos evidenciando quimiotipos de *S. guianensis*, o que subsidiaria o controle de qualidade da matéria prima, conforme recomendações feitas por Vilegas, Cardoso e Quevedo (2009). É recomendável também realizar estudos fenológicos locais (nas parcelas permanentes demarcadas neste estudo) e relacionados a serviços ambientais ecossistêmicos, onde o produtor pudesse obter benefícios financeiros mediante a conservação, especialmente de remanescentes de Floresta Estacional Semidecídua, sem associação aos cursos d'água, por ser tão raras e ao mesmo tempo importantes na realidade do Estado do Tocantins e do Cerrado. É importante ressaltar que usos em áreas de Reserva Legal são permitidos e existem alternativas devido as suas ofertas e possibilidades de usos múltiplos (AQUINO e OLIVEIRA, 2009). O manejo sustentável em Reserva Legal coletiva de assentamentos rurais brasileiros pode ser feito buscando conformidades com a legislação brasileira. Um mercado prospectivo com plantas medicinais nativas certamente estimularia a conservação desses fragmentos em detrimento dos usos inadequados atualmente praticados.

## REFERÊNCIAS

- AQUINO, F.G.; OLIVEIRA, M.C. **Reserva Legal no bioma cerrado: uso e preservação**. Planaltina, DF: Embrapa cerrados. 2006. 25p.
- BACHA, C.J.C. Eficácia da política de Reserva Legal no Brasil. **Teoria e Evidência Econômica**, n. 25, p. 9 -27, 2005.
- BARREIRO, E.J.; BOLZANO, V.S. Biodiversidade: fonte potencial para a descoberta de fármacos. **Química Nova**, n.3, p.679-88, 2009.
- DUARTE, M.C.T. Atividade Antimicrobiana de Plantas medicinais e aromáticas utilizadas no Brasil. Construindo a história dos Produtos Naturais. **Multi Ciência: Revista Interdisciplinar dos Centros e Núcleos da Unicamp**, n. 1, p. 1-16, 2006.
- MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspot for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853-858, 2000.
- MIGUEL, M.G. Antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils: a short review. **Molecules**. v.15, p.9252-9287, 2010.
- PAIVA, A.O; REZENDE, A.V.; PEREIRA, R.S. Estoque de carbono em cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.527-538. 2011.
- SILVA, N. R. S.; MARTINS, S. V.; MEIRA NETO, J. A A. A. Composição florística e estrutura de uma floresta estacional semidecidual Montana em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 28, p. 397-405. 2004.
- VALENTINI, C.M.A. *et al.* Fenologia da *Siparuna guianensis* Aublet em dois bosques de preservação ambiental em Cuiabá-MT. **Cerne**, n. 4, p. 581-591, 2013.
- VILEGAS, W.; CARDOSO, C.A.L; QUEVEDO, A.E.P. **Controle químico de qualidade de fitoterápicos e plantas medicinais**. In: YUNES, R.A.; CECHINEL FILHO, V. (orgs). Química de Produtos Naturais, novos fármacos e a moderna farmacognosia. 2. ed., Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, 2009, p. 163-188.