

PRISCILA FERNANDA SIMIONI

**ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS
MORFOANATÔMICAS DE ESPÉCIES LENHOSAS
PREDOMINANTES EM ÁREA DE SAVANA
AMAZÔNICA, MATO GROSSO, BRASIL**

Dissertação de Mestrado

ALTA FLORESTA-MT

2016

	PRISCILA FERNANDA SIMIONI	Diss. MESTRADO	PPGBioAgro 2016
--	---------------------------	----------------	-----------------



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E
AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIODIVERSIDADE E AGROECOSSISTEMAS
AMAZÔNICOS**



PRISCILA FERNANDA SIMIONI

**ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS
MORFOANATÔMICAS DE ESPÉCIES LENHOSAS
PREDOMINANTES EM ÁREA DE SAVANA
AMAZÔNICA, MATO GROSSO, BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Orientadora: Profa. Dra. Ivone Vieira da Silva
Coorientador: Prof. Dr. Pedro Vasconcellos Eisenlohr

ALTA FLORESTA-MT

2016

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO, CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na publicação

Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias

B415s Simioni, Priscila Fernanda

Estratégias adaptativas morfoanatômicas de espécies lenhosas predominantes em área de savana amazônica, Mato Grosso, Brasil. Priscila Fernanda Simioni. Alta Floresta – MT, 2015.

Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos. Área de Concentração: Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias.
Orientação: Dra. Ivone Vieira da Silva
Coorientação: Dr. Pedro Vasconcellos Eisenlohr

1. Anatomia ecológica. 2. Morfologia. 3. Adaptação.

ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS MORFOANATÔMICAS DE ESPÉCIES LENHOSAS PREDOMINANTES EM ÁREA DE SAVANA AMAZÔNICA, MATO GROSSO, BRASIL

PRISCILA FERNANDA SIMIONI

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Aprovada em: 22/02/2016

Profa. Dra. Ivone Vieira da Silva
Orientadora – UNEMAT / PPGBioAgro

Prof. Dr. Pedro Vasconcellos Eisenlohr
Coorientador – UNEMAT / PPGBioAgro

Profa. Dra. Eliana Gressler
UNEMAT / PPGBioAgro

Profa. Dra. Angela Cristina Bieras
UNIRP/Docente do curso de Agronomia

DEDICATÓRIA

À minha querida e tão amada mãe, Cleci Terezinha Simioni, ao meu padrasto Antenor, que tive como exemplo de pai, meu irmão e melhor amigo Fernando Simioni da Costa, e ao meu amado esposo Arthur Teixeira Loiola, com muito amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente meus agradecimentos são para o meu Deus de amor, de compaixão e misericórdia, pois sem a tua graça eu não teria chegado até aqui. Nos momentos mais difíceis dessa etapa que eu passei, o meu refúgio era você, Senhor, e eu sempre fui muito bem amparada; é surreal a paz que sinto ao falar sobre ti. Obrigada infinitamente por mais esta graça em minha vida.

À minha querida orientadora Dra. Ivone Vieira da Silva, que nesses dois anos que passamos juntas sempre foi muito amiga, dedicada, preocupada e compreensiva. Agradeço a contribuição para meu crescimento profissional e científico e, principalmente, o amadurecimento pessoal que, com certeza, vou levar para o resto da minha vida.

Ao meu coorientador Dr. Pedro Vasconcellos Eisenlohr, obrigada pela paciência e por toda a ajuda que me deu durante essa etapa da minha vida. Seus conhecimentos foram de grande valia para meu crescimento e realização deste trabalho.

Ao professor e grande amigo MSc. Marcos José Gomes Pessoa, que me ajudou em todas as coletas de campo e que me fez dar as melhores gargalhadas nesses dois anos de mestrado. Meu querido Marquinhos, você foi peça chave da realização deste trabalho, sempre muito querido comigo. Obrigada por toda a ajuda. Eu sou imensamente grata pela sua amizade.

À minha família, que sempre me apoiou, e ao meu lindo esposo Arthur, que foi muito paciente comigo nesses últimos meses.

Aos meus colegas de turma. Vocês são muito especiais.

Aos meus colegas de laboratório de Biologia Vegetal, obrigada pelos dias de ajuda e de divertimento, principalmente à querida Bruna Morisso Cargnin, que me ajudou a contar os milhões de estômatos. Obrigada, Bruninha.

Ao Diego, secretário do PPGBioAgro, por sempre ajudar quando solicitamos algo.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, por todos os ensinamentos e pela amizade.

À Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, pela estrutura do *campus*, que proporcionou a realização desse trabalho.

À CAPES, pela concessão de bolsa por 12 meses.

Enfim, a todos os que me ajudaram de alguma forma nesses dois anos de mestrado, obrigada por tudo.

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

(Martin Luther King)

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE SIGLAS	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL	3
1.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7
2. CAPÍTULOS	11
2.1 PADRÕES MORFOLÓGICOS EM ÁREA DE SAVANA AMAZÔNICA, MATO GROSSO, BRASIL.....	11
Introdução	14
Material e Métodos.....	16
Resultados	20
Discussão.....	33
Conclusões.....	36
2.2 ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS ANATÔMICAS FOLIARES DE 22 ESPÉCIES VEGETAIS PREDOMINANTES EM ÁREA DE SAVANA AMAZÔNICA, MATO GROSSO, BRASIL.....	43
Introdução	45
Material e Métodos.....	49
Resultados	55
Discussão.....	66
Conclusões.....	71
Referência Bibliográfica	72
3. CONCLUSÕES GERAIS	77

LISTA DE TABELAS

2. CAPÍTULOS

2.1 PADRÃO MORFOLÓGICO FOLIAR EM ÁREA DE SAVANA AMAZÔNICA, MATO GROSSO, BRASIL.

Tabela 1. Relação das espécies listada por Pessoa (2014) em um levantamento florístico em área de savana amazônica no município de Nova Canaã do Norte/MT.....17

Tabela 2. Relação das espécies estudadas e suas respectivas características morfológicas foliares.....20

2.2 ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS ANATÔMICAS FOLIARES DE 22 ESPÉCIES VEGETAIS PREDOMINANTES EM ÁREA DE SAVANA AMAZÔNICA, MATO GROSSO, BRASIL.

Tabela 1. Relação das espécies exclusivas listada por Pessoa (2014), em uma área de savana amazônica no município de Nova Canaã do Norte/MT.....46

Tabela 2. Caracteres anatômicos foliares de espécies ocorrentes em uma área de savana amazônica no município de Nova Canaã do Norte/MT.....48

Tabela 3. Nervura central (NC- μm), mesofilo (ME- μm), índice estomático (IE- %) e densidade estomática (DE – mm^2) da face abaxial e adaxial das espécies da região de savana amazônica.....62

LISTA DE FIGURAS

2. CAPÍTULOS

2.1 PADRÃO MORFOLÓGICO FOLIAR EM ÁREA DE SAVANA AMAZÔNICA, MATO GROSSO, BRASIL.

Figura 1. Localização da área de savana amazônica na transição entre os Biomas Cerrado e Amazônia no município de Nova Canaã do Norte no Estado do Mato Grosso.....17

Figura 2. Porcentagem de ocorrência dos aspectos morfológicos analisados para as 34 espécies estudadas. **A.** Hábito; **B.** Filotaxia; **C.** Consistência da folha; **D.** Presença de pelos; **E.** Altura média; **F.** CAP médio.....23

Figura 3. Porcentagem de ocorrência dos aspectos morfológicos analisados para as 34 espécies estudadas. **F.** Organização foliar; **G.** Tamanho foliar; **H.** Forma da lâmina; **I.** Tipo de base; **J.** Tipo de ápice; **K.** Tipo de margem.....24

Figura 4. Organização foliar. **A.** *Parkia cachimboensis*, folha composta; **B.** *Chamaecrista* sp., folha composta; **C.** *Chrysophyllum* sp., folha simples; **D.** *Norantea guianensis*, folha simples.....25

Figura 5. Tamanho e forma da lâmina foliar. **A.** *Parkia cachimboensis*, folha nanófila linear; **B.** *Pagamea* cf. *thyrsiflora*, folha micrófila elíptica; **C.** *Bredemeyera* sp., folha notófila elíptica; **D.** *Anacardium occidentale*, folha mesófila obovada; **E.** *Aspidosperma macrocarpon*, folha macrófila elíptica.....26

Figura 6. Tipo de base foliar. **A.** *Alchornea discolor*, arredondada; **B.** *Chrysophyllum* sp., atenuada; **C.** *Byrsonima* sp., cuneada; **D.** *Dacryodes microcarpa*, obtusa; **E.** *Chamaecrista* sp., assimétrica; **F.** *Pagamea* cf. *thyrsiflora*, aguda; **G.** *Xylopia aromatica*, truncada.....27

Figura 7. Tipo de ápice. **A.** *Simarouba versicolor*, arredondado; **B.** *Maprounea guianensis*, acuminado; **C.** *Pagamea* cf. *thyrsiflora*, agudo; **D.** *Norantea guianensis*, retuso; **E.** *Ferdinandusa* cf. *chlorantha*, cuspidado; **F.** *Alchornea discolor*, cuneado; **G.** *Bredemeyera* sp., atenuado; **H.** *Vatairea macrocarpa*, emarginado; **I.** *Cybianthus* cf. *fulvopulverulentus*, obtusa.....28

Figura 8. Tipo de margem. **A.** *Hancornia speciosa*, margem inteira; **B.** *Vatairea macrocarpa*, margem sinuada; **C.** *Alchornea discolor*, margem crenulada.....29

Figura 9. Análise de componentes principais (PCA) de 34 espécies de savana amazônica no município de Nova Canaã do Norte, no estado de Mato Grosso, em função da distribuição das características morfológicas. Símbolo Δ indica as espécies. Legenda: **AltDP**– desvio padrão da altura média; **AltM**– altura média; **CAP-DP** – desvio padrão da circunferência a altura do peito; **CAP-M**– média da circunferência a altura do peito; **Ápice**– tipo de ápice da folha;

Margem– tipo de margem da folha; **Filotaxi**– filotaxia; **Forma** – forma da folha; **PresPelo**– presença de pelo na folha; **ConsFolha**– consistência da folha; **OrgFoli**– organização foliar; **TamFoli**– tamanho foliar; **Base**– tipo de base da folha; **Hábito**– tipo de hábito.....31

2.2 ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS ANATÔMICAS FOLIARES DE 22 ESPÉCIES VEGETAIS PREDOMINANTES EM ÁREA DE SAVANA AMAZÔNICA, MATO GROSSO, BRASIL.

Figura 1. Localização da savana amazônica na transição entre os biomas Cerrado e Amazônia no município de Nova Canaã do Norte no Mato Grosso.....46

Figura 2. Dendrograma de Similaridade entre 22 espécies lenhosas, obtido por uma matriz de presença e ausência, de características anatômicas, utilizando o método de medidas ponderadas por grupo UPGMA, e o coeficiente de Sørensen. Legenda das espécies: *Alchornea discolor*, *Macareia radula*, *Ficus mathewsii*, *Simarouba versicolor*, *Manihot caerulescens*, *Bredemeyera* sp., *Kielmeyera rubriflora*, *Vochysia haenkeana*, *Cybianthus fulvopulverulentus*, *Norantea guianensis*, *Byrsonima* sp., *Tachigali subvelutina*, *Dacryodes microcarpa*, *Ferdinandusa chlorantha*, *Erythroxylum anguifugum*, *Humiria balsemifera*, *Licania apetala*, *Parkia cachimboensis*, *Chamaecrista* sp., *Chrysophyllum* sp., *Myrcia citrifolia*, *Pagamea thyrsoiflora*.....54

Figura 3. Análise de componentes principais (PCA) de 22 espécies exclusivas de savana amazônica no município de Nova Canaã do Norte, no estado de Mato Grosso, em função da distribuição das características anatômicas. Símbolo Δ indica as espécies. Legenda: **CutEsp** – cutícula espessa, **FolhaHip** – folha hipoestomática, **Colênqui** – colênquima, **Sílica** – sílica, **EspRestC** – espaço restrito na câmara subestomática, **Parênpal** – parênquima paliçádico com células altas, **Estômesm** – estômato no mesmo nível das demais células epidérmicas, **Dorsiven** – mesofilo dorsiventral, **Cristas** – cristas estomáticas, **Drusas** – drusas, **EpiReta** – células epidérmicas com parede reta, **AdaBai** – células adaxiais baixas, **TricTec** – tricoma tector, **Formcomp** – formação compacta do parênquima clorofiliano lacunoso, **Paliça(+)** - paliçádico ocupando mais de 50% do mesofilo, **AdaAlta** – células adaxiais altas, **EpiSinu** – epiderme sinuosa, **Epipapi** – epiderme papilosa, **Estôabai** – estômato abaixo das demais células epidérmicas, **Esclereí** – esclereídes, **Fibextra** – Fibras extravasculares, **Paliça(-)** – paliçádico ocupando menos de 50% do mesofilo, **Isobilat** – mesofilo isobilateral, **TricGlan** – tricomas glandulares, **Bainhaes** – bainha esclerenquimática se estendendo até a epiderme, **Cripta** – cripta, **Hipoderm** – hipoderme, **Ráfide** – ráfide, **CâmVol** – câmara subestomática volumosa, **CutDel** – cutícula delgada, **FolhaAnf** – folha anfiestomática, **EpiDel** – epiderme delgada.....54

Figura 4A-D. Vista frontal das folhas anfiestomáticas de espécies lenhosas da savana amazônica mostrando: (A) face adaxial; (B) face abaxial de *Chamaecrista* sp. com células epidérmicas de contorno reto, parede espessada e nota-se cicatrizes de tricomas tectores; (C) face adaxial; (D) face abaxial de

Alchornea discolor com células epidérmicas de contorno reto, parede espessada e presença de sílica.....56

Figura 5A-H. Vista frontal de folhas hipoestomáticas de espécies lenhosas da savana amazônica mostrando: (A, B) face adaxial e abaxial de *Bredemeyera* sp. respectivamente, apresentando células epidérmicas de contorno sinuoso com paredes espessadas; (C, D) face adaxial e abaxial de *Cybianthus* cf. *fulvopulverulentus* respectivamente e (E, F) *Kielmeyera rubriflora*, evidenciando células epidérmicas com contorno reto com parede espessa e presença de sílica; (G) face abaxial de *Tachigali subvelutina*, evidenciando presença de tricomas tectores; (H) face adaxial de *Norantea guianensis*, mostrando células epidérmicas com paredes espessadas, de contorno reto e tricomas tectores.....57

Figura 6A-I. Cortes transversais da lâmina foliar, mostrando as nervuras centrais das espécies de savana amazônica: (A, B) *Cybianthus* cf. *fulvopulverulentus* com cutícula espessa, presença de colênquima angular e canais secretores; (C) *Erythroxylum anguifugu*, evidenciando os macroesclereídes (D) *Tachigali subvelutina*, com grande quantidade de tricomas tectores e fibras vasculares; (E, F, G) *Macairea radula*, mostrando epiderme papilosa e criptas na face abaxial e tricomas tectores e glandulares na face adaxial, cutícula espessa e hipoderme; (H) *Byrsonima* sp., evidenciando intensa presença de tricomas tectores e glandulares por toda lâmina foliar; (I) *Chamaecrista* sp., mostrando cutícula espessada, epiderme papilosa com tricomas tectores e glandulares, colênquima angular e fibras vasculares.....58

Figura 7A-J. Cortes transversais da lâmina foliar, de espécies de savana amazônica: (A) *Cybianthus* cf. *fulvopulverulentus*, mostrando cutícula espessada em ambas as faces, estômato no mesmo nível das demais células epidérmicas com espaço restrito nas câmaras subestomáticas e mesofilo dorsiventral; (B) *Dacryodes microcarpa*, apresentando células da face adaxial altas, presença de macroesclereídes, feixes vasculares envolvido bainha esclerenquimática que se estende até a epiderme; (C) *Alchornea discolor*, mostrando cutícula delgada, epiderme papilosa, mesofilo isobitalateral, presença de drusas e esclereídes; (D) *Erythroxylum anguifugum*, evidenciando mesofilo dorsiventral com macroesclereídes; (E) *Byrsonima* sp., mostrando cristas estomáticas; (F) *Macairea radula*, evidenciando epiderme abaxial papilosa, presença de tricomas tectores e glandulares, hipoderme e mesofilo isobilateral; (G) *Manihot caerulea*, mostrando cutícula espessa em ambas as faces, epiderme abaxial papilosa, estômatos abaixo das células epidérmicas, criptas, mesofilo dorsiventral com parênquima paliçádico de células altas ocupando mais de 50%, e parênquima clorofiliano lacunoso com formação compacta; (H) *Parkia cachimboensis*, evidenciando cutícula espessa em ambas as faces, células adaxiais altas, mesofilo isobilateral com paliçádico ocupando mais de 50%; (I-J) *Simarouba versicolor*, mostrando epiderme papilosa, mesofilo dorsiventral preenchido por tricoesclereídes com presença de fibras extravasculares.....60

LISTA DE SIGLAS (ou de ABREVIATURAS)

CAP - Circunferência à altura do peito

FAA₅₀ - (Formaldeído, Álcool etílico e Ácido acético)

HERBAM - Herbário da Amazônia Meridional – UNEMAT

MT - Mato Grosso.

UNEMAT - Universidade do Estado de Mato Grosso.

PPGBioAgro - Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

RESUMO GERAL

SIMIONI, Priscila Fernanda. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, Fevereiro de 2016. **Estratégias adaptativas morfoanatômicas de espécies lenhosas predominantes em área de savana amazônica, Mato Grosso, Brasil.** Orientadora: Ivone Vieira da Silva. Coorientador: Pedro Vasconcellos Eisenlohr.

A origem e a manutenção das savanas amazônicas possuem distintas explicações, como adaptação ao fogo, influência humana, oligotrofismo, clima, deficiência hídrica e nutricional dos solos. Assim, acredita-se que as vegetações que ocorrem em ambientes savânicos de transição apresentam características adaptativas que propiciam a manutenção das espécies nesse local. Diante disso, este estudo teve como objetivo analisar a morfoanatomia de espécies da flora de savana amazônica relacionando suas estruturas com o ambiente circundante. O estudo foi realizado em uma região de savana amazônica, localizada em Nova Canaã do Norte – MT, sendo realizada a coleta de 34 espécies dessa região. As características morfológicas analisadas foram: hábito, altura média e CAP médio da planta; filotaxia, consistência, área, tamanho, organização, pilosidade, forma da lâmina, tipo de ápice, tipo de base e de margem da folha. Para o estudo anatômico foram avaliadas amostras de 22 espécies que foram fixadas em FAA₅₀, estocadas em álcool 70%, posteriormente cortadas a mão livre, com auxílio de uma lâmina de barbear e coradas com azul de astra e fucsina básica. Para a análise da epiderme foliar foi utilizado o método de dissociação de Jeffrey modificado e as amostras foram coradas com fucsina básica. Foi realizada então uma PCA e uma análise de agrupamento de dois fatores para reconhecer os padrões anatômicos predominantes nas espécies dessa flora. A comunidade de savana amazônica de Nova Canaã do Norte apresenta características morfológicas foliares similares ao Cerrado. O fato de essas comunidades estarem em ambientes com déficit hídrico em determinada época do ano, e com baixa disponibilidade de nutrientes pode ter contribuído para tal resultado. Levando em consideração os caracteres anatômicos adaptativos foi observado a formação de três grandes grupos. Os caracteres comuns para a savana amazônica são cutícula espessa, epiderme com parede espessada e reta, presença de sílica, tricomas tectores, folhas hipoestomáticas, cristas estomáticas, estômato no mesmo nível das demais células epidérmicas, espaço restrito nas câmaras subestomáticas, mesofilo dorsiventral, presença de drusas no mesofilo, células da face adaxial baixa, células do parênquima paliçádico altas, paliçádico ocupando mais de 50% do mesofilo, formação compacta do parênquima clorofiliano lacunoso, colênquima e fibras vasculares.

Palavras-chaves: Morfologia foliar, anatomia ecológica, adaptação, savana amazônica.

ABSTRACT

SIMIONI, Priscila Fernanda. M.Sc. University of Mato Grosso, February 2016. **Adaptive morphoanatomic strategies of woody species predominant in Amazonian savanna area, Mato Grosso, Brazil.** Advisor: Ivone Vieira da Silva. Co-advisor: Pedro Vasconcellos Eisenlohr.

The origin and maintenance of the Amazonian savannas have different explanations, such as adaptation to fire, human influence, oligotrophic, climate, hydric and nutritional deficiency of the soils. Thus, it is believed that the vegetation found in the savanna environments of transition have adaptative characteristics that facilitate the maintenance of the species in that location. Thus, the study aimed to analyze the morphoanatomy of species of the Amazonian savanna flora, relating their structures with the environment in which they are found. The study was conducted in a region of the Amazonian savanna, located in Nova Canaã do Norte - MT, and 34 species of this region were collected. The morphological characteristics analyzed were: habit, phyllotaxis, leaf consistency, presence of hairs on the leaf, average height and average CAP, foliar organization, blade shape, kind of apex, base type and foliar margin type, foliar area and class of size. For the anatomical study, samples of 22 species were evaluated, fixed in FAA₅₀, stored in alcohol 70%, and posteriorly, they were cut free hand with a razor blade and stained with astra blue and basic fuchsin. For the analysis of the leaf epidermis, the Jeffrey's dissociation method modified was used and the samples were stained with basic fuchsin. Then, a PCA was performed, as well as an analysis of grouping of two factors to recognize the predominant anatomic patterns in species of this flora. The Amazonian savanna community presents foliar morphological characteristics similar to the Cerrado. The Amazonian savanna community presents foliar morphological characteristics similar to the Cerrado. The fact that these communities are in areas with hydric deficits and low in nutrients, may have contributed to this result. Considering adaptative anatomical characters, it was observed the formation of three groups. The common characteristics for the Amazonian savanna are thick cuticle, epidermis with thickened and straight wall, presence of silica, tector trichomes, hypostomatic leaves, stomatal crests, stomata on the same level of the other epidermal cells, restricted space in the substomatic camaras, dorsiventral mesophyll, presence of drusen in the mesophyll, cells of low adaxial face, high palisade parenchyma cells, palisade occupying more than 50% of the mesophyll, compact formation of the lacunary chlorophyllian parenchyma, collenchyma and vascular fibers.

Keywords: Foliar morphology, Ecological anatomy, Adaptation, Amazonian savanna.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Cerrado brasileiro abrange uma área aproximada de 2 milhões de km², correspondendo a 22% do território nacional. Por ocorrer ao longo de uma ampla faixa latitudinal, engloba diferenças de clima, relevo e de solos, além de apresentar uma grande variedade de fitofisionomias e alta diversidade vegetal (OLIVEIRA FILHO & RATTER, 2002). A sazonalidade pluviométrica nos cerrados é extrema: os verões (outubro a abril) são quentes e chuvosos e os invernos (maio a setembro) são frios e secos e são caracterizados pela baixa disponibilidade nutricional no solo (GOODLAND & POLLARD, 1973) e pela presença frequente de fogo (COUTINHO, 1978), sendo estes fatores marcantes na determinação das fitofisionomias, da composição florística e das adaptações funcionais.

Em muitos locais do cerrado existem regiões de enclaves de formações florestais, a transição entre cerrado e floresta representa o limite natural da distribuição das florestas tropicais, de forma que o estudo das diferenças fisiológicas entre as espécies ali presentes é de vital importância para o correto entendimento dos fatores ambientais e atributos da vegetação que determinam a ocorrência destes enclaves e para realizar prognósticos sobre a distribuição da vegetação em resposta às mudanças climáticas e regimes de distúrbio (HOFFMANN, 2000). A expansão da floresta em direção a regiões savânicas do Centro-Oeste seria a resposta esperada durante períodos mais úmidos, como ocorreu diversas vezes durante o Pleistoceno (LEDRU, 2002) e que continua ocorrendo atualmente (SILVA *et al.*, 2008). A compreensão desta zona de equilíbrio dinâmico que se estabelece entre o cerrado e a floresta é fundamental para o estudo das características adaptativas das espécies florestais em regiões de cerrado (HOFFMANN *et al.*, 2004).

As savanas amazônicas são consideradas relíquias de uma vegetação que já foi amplamente distribuída na região, conectando as savanas localizadas ao norte (Llanos) e ao sul (Cerrado) da América do Sul (HAFFER, 1969, 1985). Esta hipótese é apoiada pela similaridade faunística e florística existente entre essas savanas (HAFFER, 1967; MULLER, 1973; SARMIENTO, 1984). Há um consenso de que os padrões atuais de disjunção de espécies

observadas entre as savanas sul-americanas foram formados por um processo de isolamento causado por mudanças ambientais de grande escala que atingiram a região no passado em vez de eventos independentes de dispersão de longa distância (HUECK, 1957; EGLER, 1960; HAFFER, 1967; AB´SABER, 1977; SILVA, 1995). Por serem enclaves biogeográficos, as savanas amazônicas devem ser consideradas importantes laboratórios naturais de pesquisas evolutivas, pois suas biotas passam por um processo de diferenciação em relação aquelas das áreas nucleares de savanas sul-americanas (PRANCE, 1978).

A origem e a manutenção das savanas amazônicas possuem distintas explicações, como adaptação ao fogo, influência humana, oligotrofismo, clima, deficiência hídrica e nutricional dos solos (CARNEIRO-FILHO, 1993; SANAIOTTI, 1996; MENESES, 2012). Assim, acredita-se que as vegetações que ocorrem em ambientes savânicos de transição apresentam características adaptativas que propiciam a manutenção das espécies nesse local, mesmo havendo déficit hídrico e outras deficiências nutricionais. Dentro desse contexto de adaptação, a anatomia ecológica poderá evidenciar características adaptativas que possivelmente existam em vegetação de diferentes fitofisionomias, como, por exemplo, a savana amazônica.

As plantas durante seu ciclo de vida nem sempre encontram condições ambientais onde todos os fatores sejam favoráveis ao seu crescimento e desenvolvimento, estabelecendo o estresse (CHAVES FILHO & STACCIARINI-SERAPHIN, 2001). Importante fator ambiental de estresse é a redução na disponibilidade de água e nutrientes do solo e altos índices de radiação (CHAVES FILHO & STACCIARINI-SERAPHIN, 2001). Diferentes espécies têm desenvolvido muitos mecanismos para sobreviverem a essas restrições, evitando-a ou tolerando-a (LAMBERS *et al.*, 1998) através de modificações morfológicas, histológicas, citológicas e fisiológicas (DICKISON, 2000).

As modificações observadas em plantas que ocupam diferentes formações vegetais são frequentemente acompanhadas por variações morfológicas, sendo que a folha é o órgão vegetativo que apresenta maior variação estrutural em resposta às alterações ambientais (DICKISON, 2000). O estudo da anatomia foliar pode fornecer importantes evidências para o

conhecimento de padrões estruturais observados em espécies de diferentes tipos de habitat (GIBSON, 1996). Além disso, as folhas apresentam plasticidade, mostrando variações destas características em relação a diferentes intensidades luminosas (STRAUSS-DEBENEDETTI & BERLYN, 1994; LINDORF, 1997; BARUCH *et al.*, 2000; JAAKOLA *et al.*, 2004; JUSTO *et al.*, 2005; BIERAS & SAJO, 2009; ROSSATTO & KOLB, 2010), disponibilidade de nutrientes no solo (FELLER, 1996) e regime hídrico (ROCAS *et al.*, 1997; WANG *et al.*, 2007). Os autores acima citados apontam que as folhas de muitas espécies desses ambientes apresentam estruturas xeromorfas, como cutícula espessa, estômatos em depressões, numerosos tricomas, parênquima incolor e esclerênquima bem desenvolvido.

A habilidade que as plantas possuem em alterar caracteres morfológicos em decorrência da interação com o ambiente pode contribuir para a sua estabilidade funcional, em especial quando a plasticidade morfológica age sobre caracteres ligados à sobrevivência, tornando-se uma ferramenta muito importante para a sua adaptação (REIS, 2003). As características morfológicas das plantas são geneticamente determinadas, mas também podem ser fortemente influenciadas pelo meio ambiente como uma forma de adaptação, sendo que a interação de efeitos genéticos e ambientais atua conjuntamente para modelar o fenótipo (SCHLICHTING, 2002). As espécies com grande potencial de plasticidade para caracteres ligados à sobrevivência apresentam vantagens adaptativas em ambientes instáveis, heterogêneos ou de transição, visto que as mudanças produzidas podem facilitar a exploração de novos nichos, resultando no aumento da tolerância ambiental (VIA & LANDE, 1985).

Esta dissertação é apresentada em dois capítulos, sendo o primeiro intitulado “Padrão morfológico foliar em área de savana amazônica, Mato Grosso, Brasil”, tendo como objetivo verificar se existe um padrão morfológico na comunidade vegetal de savana amazônica e se é possível extrapolar esses conhecimentos para outras fitofisionomias com mesmas características. O segundo é sobre “Estratégias adaptativas anatômicas foliares de 22 espécies vegetais predominantes em área de Savana amazônica, Mato Grosso, Brasil” com o objetivo de analisar a anatomia foliar de 22 espécies vegetais predominantes em savana amazônica no estado de Mato Grosso, com a

finalidade de identificar caracteres chave que mostrem possíveis estratégias adaptativas das espécies em seus ambientes naturais.

1.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A.N. **Domínios morfoclimáticos na América do sul: primeira aproximação**. São Paulo. Instituto de Geografia/USP. Geomorfologia, 23p, 1977.

BARBOSA, R.I., CAMPOS, C.; PINTO, F.; FEARSIDE, P.M. The “Lavrados” of Roraima: biodiversity and Conservation of Brazil's Amazonian Savannas. **Functional Ecosystems and Communities**, [S.l.] v.1, n.1, p.29-49, 2007.

BARBOSA, R.I.; NASCIMENTO, S. P DO; AMORIM, P. A. F DE.; SILVA, R. F DA. Notas sobre a composição arbórea- arbustiva de uma fisionomia da savanas de Roraima, Amazônia Brasileira. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v.19, n. 2, p-323-329, 2005.

BARUCH, Z; PATTISON, R.R.; GOLDSTEIN, G. Responses to light and water availability of four invasive Melastomataceae in the Hawaiian Islands. **International Journal of Plant Science**, Chicago, v.161, n.1, p.107-118, 2000.

CARNEIRO-FILHO, A. Cerrados amazônicos: fósseis vivos? Algumas reflexões. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v.14, n.1, p.63-68, 1993.

CHAVES FILHO, J.T.; STACCIARINI-SERAPHIN, E. Alteração no potencial osmótico e teor de carboidratos solúveis em plantas jovens de lobeira (*Solanum lycocarpum* St.-Hil.) em resposta ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.2, p.199-204, 2001.

COUTINHO, L.M. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.1, p.17-23, 1978.

DICKISON, W.C. **Integrative plant anatomy**. New York: Academic Press, 533p, 2000.

EGLER, W. A. Contribuição ao conhecimento dos campos da Amazônia. I. Os Campos do Ariramba. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 4, p.1-36, 1960.

FELLER, I.C. Effects of nutrient enrichment on leaf anatomy of dwarf *Rhizophora mangle* L. (red mangrove). **Biotropica**, Lawrence, v. 28, n.1, p.13-22, 1996.

GIBSON, A.C. **Structure-function relations of warm desert plants**. Springer, Berlin. 215p, 1996.

GOODLAND, R.; POLLARD, R. The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. **Journal of Ecology**, London, v.61, p.219-224, 1973.

HAFFER, J. Avian zoogeography of the neotropical lowlands. **Ornithological Monographs**, [S.l.] v.36, p.113-145, 1985.

- HAFFER, J. On the dispersal of highland birds in tropical South and Central America. **El Hornero**, Buenos Aires, v.10, p.436-440, 1967.
- HAFFER, J. Speciation in Amazonian forest birds. **Science**, Nova York, v. 165, p.131-137, 1969.
- HOFFMANN, W.A. Post-establishment seedling success in the Brazilian cerrado: A comparison of savanna and forest species. **Biotropica**, Lawrence, v.32, p.62-69, 2000.
- HOFFMANN, W.A.; ORTHEN, B.; FRANCO, A.C. Constraints to seedling success of savanna and forest trees across the savanna forest boundary. **Oecologia**, Alemanha, v.140, p.252-260, 2004.
- HUECK, K. Die Ursprünglichkeit der brasilianischen 'Campos Cerrados' und neue beobachtungen an ihrer Südgrenze. **Erdkunde**, [S.I.] v.11, p.193-203, 1957.
- JAAKOLA, L.; MAATTA-RIIHINEN, K.; KARENLAMPI, S. & HOHTOLA, A. Activation of flavonoid biosynthesis by solar radiation in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) leaves. **Planta**, [S.I.] v.218, p.721-728, 2004.
- JUSTO, C.F.; SOARES, A.M.; GAVILANES, M.L.; CASTRO, E.M. Plasticidade anatômica das folhas de *Xylopia brasiliensis* Sprengel (Annonaceae). **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v.19, n.1, p.111-123, 2005.
- LAMBERS, H.; CHAPIN, F.S.; PONS, T.L. **Plant physiological ecology**. New York: Springer- Verlag. 540p, 1998.
- LEDRU, M.P. Late quaternary history and evolution of the cerrados revealed by palynological records. P.33-50. In: P.S. Oliveira & R.J. Marquis (eds.). The cerrados of Brazil. New York, Columbia University Press. 2002.
- LINDORF, H. Wood and leaf anatomy in *Sessea corymbiflora* from an ecological perspective. **IAWA Journal**, Leiden, v.18, n.2, p.57-168, 1997.
- MENESES, M.E.N.DA.; COSTA, M.L.DA. Caracterização mineralógica e química dos regolitos de uma área de transição savana-floresta em Roraima: uma análise da evolução da paisagem. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.42, n.1, p.42-56. 2012.
- MIRANDA, I.S. ALMEIDA, S.S.; DANTAS, P.J. Florística e estrutura de comunidades arbóreas em cerrados de Rondônia, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v.36, n.4, p.419-430, 2006.
- MULLER, P. The dispersal centers of terrestrial vertebrates in the Neotropical realm. A study in the evolution of the Neotropical Biota and its native landscape. **Biogeographica**, [S.I.] v.2, p.1-250, 1973.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; RATTER, J.A. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado Biome, 2002. In: P.S. Oliveira & R.J. Marquis (eds.). The cerrados of Brazil, p.121-140. New York, Columbia University Press.

PRANCE, G. T. The origin and evolution of the Amazon flora. **Interciência**, [S.l.] v.3, p.207-222. 1978.

REIS, N.S. 2003. **Variações fenotípicas em espécies lenhosas do Cerrado em três áreas no Triângulo Mineiro**. 2003. 91f. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, UFU. Uberlândia-MG.

ROCAS, G.; BARROS, C.F.; SCARANO, F.R. Leaf anatomy of *Alchornea triplinervia* (Euphorbiaceae) under distinct light regimes in a Brazilian montane Atlantic rain forest. **Trees**, [S.l.] v.11, p.469-473, 1997.

ROSSATTO, D.R.; KOLB, R.M. *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera (Asteraceae) changes in leaf structure due to differences in light and edaphic conditions. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v.24, n.3, p.605-612, 2010.

SANAIOTTI, T.M.; MARTINELLI, L.A.; VICTÓRIA, R.L.; TRUMBORE, S.E.; CAMARGO, P.B. Past vegetation changes in Amazon Savannas determined using carbon isotopes of soil organic matter. **Biotropica**, Lawrence, v.34, n.1, p.2-16, 2002.

SANAIOTTI, T.M. **The woody flora and soils of seven Brazilian amazonian dry savanna areas**. PhD Thesis, University of Stirling, Scotland. 1996.

SARMIENTO, G. **The ecology of neotropical savannas**. Harvard University Press, Cambridge. 162p. 1984.

SCHLICHTING, C.D. Phenotypic plasticity in plants. **Plant Species Biology**, v.17, p.85-88, 2002.

SILVA, J.M.C. Biogeographic analysis of the South American Cerrado avifauna. **Steenstrupia**, [S.l.] v.21, n.1, p.49-67, 1995.

SILVA, L.C.R.; STERNBERG, L.; HARIDASAN, M.; HOFFMANN, W.A.; MIRALLES- WILHELM, F.; FRANCO, A.C. Expansion of gallery forests into central Brazilian savannas. **Global Change Biology**, [S.l.] v.14, p.2108-2118, 2008.

STRAUSS-DEBENEDETTI, S.; BERLYN, G.P. Leaf anatomical responses to light in five tropical Moraceae of different successional status. **American Journal of Botany**, [S.l.] v.81, n.12, p.1582-1591, 1994.

VIA, S.; LANDE, R. Genotype-environment interactions and the evolution and the evolution of phenotypic plasticity. **Evolution**, [S.l.] v.39, p.505-522, 1985.

WANG, W.; XIAO, Y.; CHEN, L.; LIN, P. Leaf anatomical responses to periodical waterlogging in simulated semidiurnal tides in mangrove *Bruguiera gymnorhiza* seedlings. **Aquatic Botany**, [S.l.] v.86, p.223-228, 2007.

2. CAPÍTULOS

2.1 PADRÕES MORFOLÓGICOS FOLIAR EM ÁREA DE SAVANA AMAZÔNICA, MATO GROSSO, BRASIL

Resumo – (Padrões morfológicos foliar em área de savana amazônica, Mato Grosso, Brasil). As savanas amazônicas ocorrem predominantemente em regiões de clima estacional, onde as estações secas e chuvosas são bem definidas. As espécies vegetais nessas regiões apresentam variações periódicas nos padrões de crescimento e reprodução, intimamente relacionada com a sazonalidade climática. Tais variações podem ser interpretadas como estratégias adaptativas para viabilizar a reprodução e a sobrevivência das espécies nesses ambientes. O objetivo deste estudo foi verificar se existem padrões morfológicos na comunidade de savana amazônica e se é possível extrapolar esses conhecimentos para outras fitofisionomias com características similares. O estudo foi realizado em uma região de savana amazônica localizada em Nova Canaã do Norte – MT, sendo realizada a coleta de 34 espécies dessa região, com uma repetição de 3 indivíduos por espécie. As características morfológicas analisadas foram: hábito, altura média e CAP médio da planta; filotaxia, consistência, área, tamanho, organização, pilosidade, forma da lâmina, tipo de ápice, tipo de base e de margem da folha. A comunidade de savana amazônica apresentou características morfológicas foliares similares ao Cerrado. O fato de essas comunidades estarem em ambientes com déficit hídrico, solos rasos e com baixa disponibilidade de nutrientes pode ter contribuído para tal resultado. Alguns aspectos morfológicos foliares variarão, não sendo assim possível traçar um padrão morfológico para as comunidades de savanas amazônicas, apesar de ser possível traçar um padrão para ambientes xéricos.

Palavras-chave: Adaptações, Cerrado, Padrão morfológico.

Abstract – (Leaf morphological patterns in Amazonian savanna area, Mato Grosso, Brazil). The Amazonian savannas are predominant in regions with stational climate, where the dry and rainy seasons are well defined. The vegetal species found in these regions present periodic variations in the growth and reproduction patterns, closely related to a climatic seasonality. Such variations can be interpreted as adaptative strategies that enable the reproduction and survival of the species in these environments. The objective of this study was to verify whether there are morphological patterns in the Amazonian savanna community and whether it is possible to extrapolate this knowledge to other phytophysionomies with similar characteristics. The study was conducted in a region of Amazonian savanna located in Nova Canaã do Norte - MT, and the collection of 34 species of the region was carried out with a repetition of three individuals per species. The morphological characteristics analyzed were: habit, average height and average CAP of the plant, phyllotaxis, consistency, area, size, organization, pilosity, blade shape, type of apex, base type and foliar margin type of the leaf. The Amazonian savanna community presented foliar morphological characteristics similar to the Cerrado. The fact that these communities are in areas with hydric deficits, shallow soils and with low nutrient availability may have contributed to this result. Some foliar morphological aspects did not remain constant, so it was not possible to describe a morphological pattern for the communities of Amazonian savannas, although it is possible to describe a pattern to xeric environments.

Keywords: Adaptation, Cerrado, Morphological pattern.

Introdução

Savanas amazônicas constituem uma formação restrita, ocorrendo por toda a bacia Amazônica. No Brasil, abrangem uma superfície de 150.000 km², cerca de 7% do total da Amazônia brasileira (BRAGA, 1979). Fisionomicamente, as savanas são formações vegetais abertas com um estrato herbáceo sempre presente, estratos arbustivos e, ou, arbóreos mais ou menos desenvolvidos e, sujeitos a queimadas (DAVIS *et al.* 1998).

As savanas amazônicas ocorrem predominantemente em regiões sob clima estacional, em que as estações secas e chuvosas são bem definidas. As espécies vegetais encontradas nessas regiões apresentam variações periódicas nos padrões de crescimento e reprodução, intimamente relacionados com a sazonalidade climática. (RATTER *et al.* 1997; OLIVEIRA, 1998; COUTINHO, 2002). Tais variações podem ser interpretadas como estratégias adaptativas que podem viabilizar a reprodução e a sobrevivência das espécies nesses ambientes (OLIVEIRA, 1998). São poucos os que buscaram entender a distribuição das espécies nas savanas amazônicas, bem como as características destas comunidades (GOTTSBERGER & MORAWETZ, 1986; MIRANDA, 1993; PRANCE, 1996).

Estudos morfológicos são muito importantes para a compreensão da dinâmica e do padrão das comunidades vegetais (TALORA & MORELLATO, 2000). O conjunto de espécies que compõe uma comunidade varia no tempo e no espaço, sendo determinados por processos ecológicos e evolutivos, que são responsáveis pelo modo como as diferentes formas de vida irão se estabelecer em uma dada área segundo as condições ambientais e os recursos presentes no meio (RICKLEFS, 1993).

A natureza das respostas das plantas à variação na disponibilidade de recursos e condições ambientais é, em grande parte, modulada por características morfológicas e fisiológicas (MATTOS *et al.* 2004). Características foliares têm sido consideradas boas descritoras de processos em vários níveis de organização biológica, desde organismos até ecossistemas (GRIME, 1977; REICH *et al.* 1992; WARDLE *et al.* 1998; GARNIER *et al.* 2001; EVINER & CHAPIN III 2003; DÍAZ *et al.* 2004). Além disso, essas características estão diretamente relacionadas a processos ecossistêmicos, como produtividade e

decomposição, pois afeta a intensidade dos fluxos de carbono e nutrientes e os estoques de biomassa nos ecossistemas (REICH *et al.* 1992; DÍAZ *et al.* 2004). Deste modo, a categorização de espécies a partir de características foliares morfológicas pode fornecer indicativos das estratégias ecológicas apresentadas pelas diferentes espécies em uma dada comunidade (GARNIER *et al.* 2001; ACKERLY 2004; DÍAZ *et al.* 2004).

A forma das plantas é primariamente orientada à aquisição de recursos como água, luz, nutrientes, vetores de pólen ou dispersores, respondendo seu crescimento sensivelmente ao ambiente e suas variações, de forma que, ao menos parcialmente, reflita as circunstâncias ambientais às quais a planta esteja sujeita (WALLER, 1986). As plantas são limitadas em suas respostas por suas características morfológica e estrutural fixadas geneticamente (WALLER, 1986), mas que também podem apresentar certa plasticidade fenotípica, tanto anatômica quanto fisiológica, principalmente na folha, que é o órgão mais exposto ao ambiente (RAY, 1992; MANTOVANI, 1999). Este trabalho objetiva verificar se existem padrões morfológicos na comunidade de savana amazônica e se é possível extrapolar esses conhecimentos para outras fitofisionomias com as mesmas características.

Material e Métodos

Área de estudo

A fitofisionomia de savana amazônica aqui estudada localiza-se no município de Nova Canaã do Norte/MT, ao sul do bioma Amazônia, em uma região de transição com o bioma Cerrado. A área abrange solos rasos, de coloração vermelha e amarela, pouco férteis, e está circundada por áreas florestais. Segundo a classificação de Köppen, a região apresenta clima tipo Aw (tropical chuvoso), com nítida estação seca. A temperatura média anual varia entre 20°C e 38°C, com média de 26°C (SOUZA *et al.* 2013). As precipitações anuais são elevadas, podendo atingir 2.000 mm e apresentam sazonalidade bem definida, com a ocorrência de um período chuvoso de outubro a abril e outro de estiagem entre maio e setembro (SOUZA *et al.* 2013).

Pessoa (2014) realizou análise química do solo da savana amazônica estudada, o qual foi classificado como Neossolo Litólico, distrófico, álico, extremamente ácido, arenoso e com baixa concentração de nutrientes. O solo da savana amazônica apresenta altos teores de N, P, K⁺, S, Mn, Zn, Na²⁺, Al²⁺ trocável, acidez potencial, CTC, saturação por alumínio, matéria orgânica e areia. Assim, de modo geral, os teores elevados de alumínio trocável, acidez potencial, os percentuais de matéria orgânica e saturação por alumínio no solo indicam solos distróficos, com nível fitotóxico de Al²⁺ trocável às plantas e com maior disponibilidade de macro e micronutrientes.

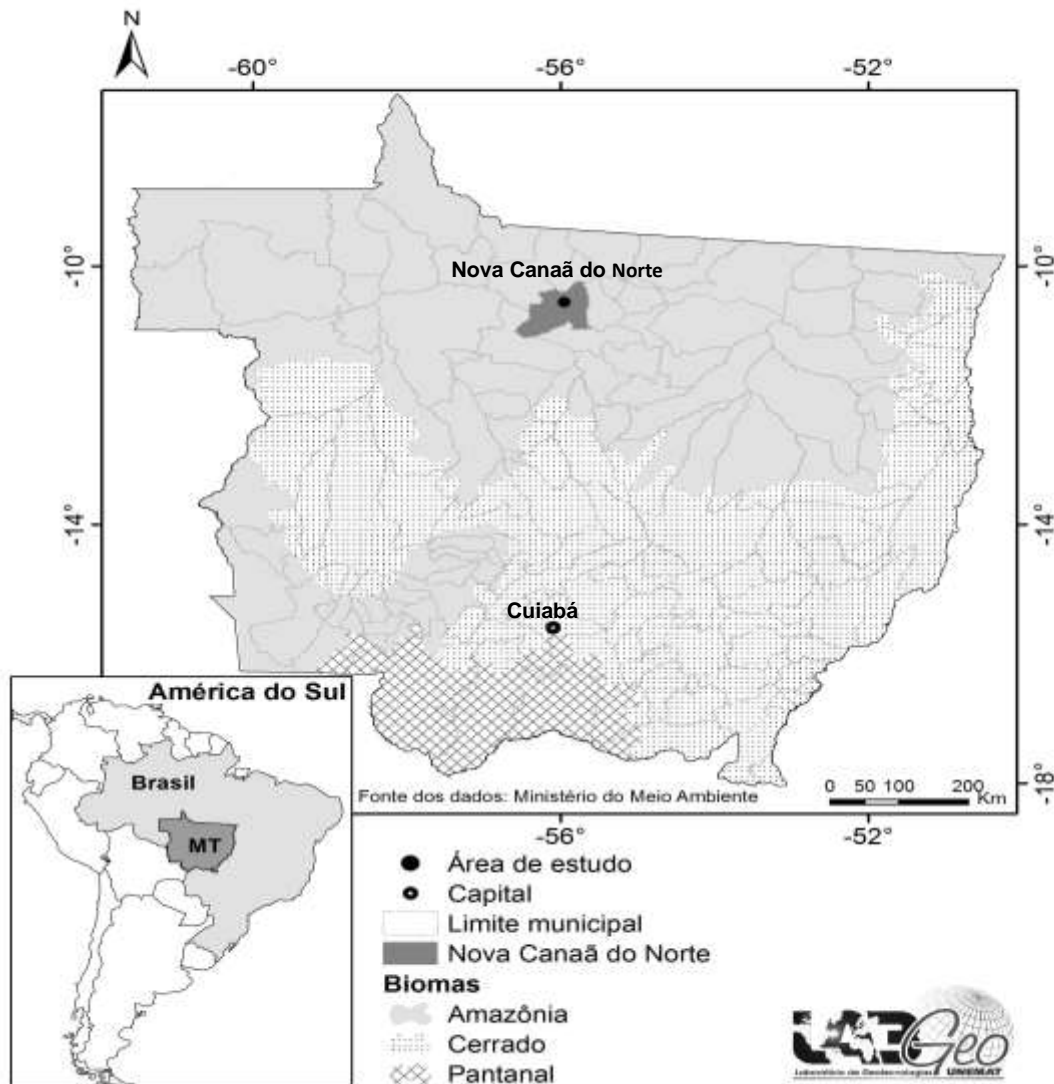


Figura 1. Localização da área de savana amazônica na transição entre os Biomas Cerrado e Amazônia no município de Nova Canaã do Norte no Estado do Mato Grosso.

Morfologia foliar

A morfologia foliar foi avaliada em 34 espécies com 23 distintas famílias (Tabela 1), as quais foram listadas no levantamento florístico realizado por Pessoa (2014). Todos os indivíduos do levantamento florístico estudados já se encontravam devidamente emplacados e identificados. Foram selecionados três indivíduos de porte semelhante, para coleta de cinco folhas de suas copas, totalizando 15 folhas para cada espécie. Para tanto, foram utilizadas folhas sem

danos causados por herbívoros ou patógenos e plenamente expandidas e expostas a pleno sol, permitindo assim minimizar a interferência do estágio de desenvolvimento foliar sobre suas dimensões.

Os materiais botânicos coletados foram prensados em campo e levados para o HERBAM (Herbário da Amazônia Meridional da Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT, Campus de Alta Floresta), onde passaram por processo de herborização, utilizando as técnicas usuais de Fidalgo e Bononi (1984), e posteriormente foram levados para o Laboratório de Biologia Vegetal da mesma instituição, onde foram armazenados em freezer para as devidas análises.

As seguintes características morfológicas foram avaliadas em campo: hábito, altura média, CAP médio e filotaxia da planta, consistência e presença de pelos na folha. Em laboratório, foram avaliados organização foliar, forma da lâmina, tipo de ápice, tipo base e de margem foliar, utilizando a classificação de Radford *et al.*, (1974) complementando com Gonçalves *et al.*, (2007). Para a classificação da área foliar e da classe de tamanho foi seguida a proposta de Leaf Architecture Working Group (1999). No caso de folhas compostas, foi considerada a menor unidade (folíolo) para determinar o tipo de ápice, base e margem da lâmina.

Os diferentes aspectos morfológicos foram fotografados, e as porcentagens de ocorrência de cada caráter foram apresentadas na forma de tabela e gráficos (Tabela 2; Fig. 2 e 3). Além disso, foi preparada uma matriz incluindo, nas colunas, as variáveis morfológicas e, nas linhas, cada unidade amostral (indivíduo/espécie). Foi realizada então uma PCA (análise de componentes principais) no programa PC-ORD versão 6.0 (MCCUNE E MEFFORD, 2011) para reconhecer os padrões morfológicos predominantes para as espécies dessa flora.

Tabela 1. Relação das espécies listada por Pessoa (2014) em um levantamento florístico em uma área de savana amazônica no município de Nova Canaã do Norte/MT.

Família	Espécies
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.
Apocynaceae	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.
Apocynaceae	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes

Bignoniaceae	<i>Fridericia cinnamonea</i> (DC.) L.G. Lohmann
Burseraceae	<i>Dacryodes microcarpa</i> Cuatrec.
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera rubriflora</i> Cambess.
Chrysobalanaceae	<i>Licania</i> cf. <i>apetala</i> (E.Mey.) Fritsch
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum anguifugum</i> Mart. .
Euphorbiaceae	<i>Alchornea discolor</i> Poepp.
Euphorbiaceae	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.
Fabaceae	<i>Andira cujabensis</i> Benth.
Fabaceae	<i>Chamaecrista</i> sp
Fabaceae	<i>Parkia cachimboensis</i> H.C.Hopkins
Fabaceae	<i>Tachigali subvelutina</i> (Benth.) Oliveira-Filho
Fabaceae	<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke
Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (Aubl.) J.St.-Hil.
Icacinaceae	<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers
Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i> sp.
Marcgraviaceae	<i>Norantea guianensis</i> Aubl.
Melastomataceae	<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC.
Melastomataceae	<i>Mouriri</i> cf. <i>pusa</i> Gardner
Moraceae	<i>Ficus</i> cf. <i>mathewsii</i> (Miq) Miq.
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> cf. <i>citrifolia</i> (Aubl.) Urb.
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.
Polygalaceae	<i>Bredemeyera</i> sp.
Primulaceae	<i>Cybianthus</i> cf. <i>fulvopulverulentus</i> (Mez) G. Agostini
Rubiaceae	<i>Ferdinandusa</i> cf. <i>chlorantha</i> (Wedd.) Standl.
Rubiaceae	<i>Pagamea</i> cf. <i>thyrsiflora</i> Spruce ex Benth.
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum</i> sp
Simaroubaceae	<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.
Vochysiaceae	<i>Qualea parviflora</i> Mart.
Vochysiaceae	<i>Vochysia haenkeana</i> Mart.
Vochysiaceae	<i>Vochysia rufa</i> Mart.

Resultados

O hábito arbóreo foi o predominante na savana amazônica de Nova Canãa do Norte, com ocorrência de 75%, seguido de arbustivo (25%) e cipó (5%) (Fig. 2A). Em relação à altura média das espécies, 55% delas apresentaram altura de 1 a 3 metros e 45% apresentaram altura de 3 a 6 metros (Fig. 2E). O CAP médio variou de 10 a 30 cm para 55% das espécies estudadas, de 30 a 60 cm para 38% e de 60 a 90 cm para 7% das espécies (Fig. 2F). Quanto à filotaxia, 65% das espécies apresentaram folhas alternas e 35%, folhas opostas (Fig. 2B).

Quanto à consistência das folhas, a maior parte das espécies apresentou folhas coriáceas, com predomínio de 80%, seguidas de 11% de folhas cartáceas, 6% de folhas membranáceas e 3% de folhas carnosas (Fig. 2C). Além disso, foi observada a presença de pelos nas folhas, os quais ocorreram em 65% das espécies, sendo que 35% das espécies apresentaram-se glabras (Fig. 2D).

Verifica-se que a organização foliar das espécies teve um predomínio de 94% de folhas simples (Figs. 3A, 4C, 4D) e apenas 6% com folhas compostas (Figs. 4A, 4B). Quanto ao tamanho foliar, mais da metade das espécies estudadas (20) apresentaram apenas um tipo foliar, sendo as folhas notófilas (2.025 a 4.500 mm²), onde o predomínio foi de 60% (Fig. 5C), seguido pelas folhas micrófilas (225 a 2.025 mm²) que apareceram aproximadamente em 23% das espécies (Fig. 5B); pelas folhas mesófilas (4.500 a 18.225 mm²), que aparecem em 11% das espécies (Fig. 5D); pelas folhas nanófilas (25 a 225 mm²) e folhas macrófilas (18.225 a 164.025mm²), que ocorreram em 3% das espécies (Fig. 5A, 5E), respectivamente (Tab. 2).

Foram observados quatro tipos de formas laminares (Tab. 2), sendo a forma elíptica a mais comum, com 85% (Figs. 5B, 5C, 5E), seguida da forma obovada, com 9% (Fig. 5D); linear, com 3% (Fig. 5A); e oblanceolada, com 3%. Para os tipos de base é possível observar uma maior porcentagem nas arredondadas em 26% das espécies estudadas (Fig. 6A), seguida de bases atenuadas, ocorrendo em 23% (Fig. 6B); bases cuneadas, em 18% (Fig. 6C); bases obtusas, em 18% (Fig. 6D); bases assimétricas, em 6% (Fig. 6E); bases agudas, em 6% (Fig. 6F); e bases truncadas, em 3% (Fig. 6G).

O ápice arredondado aparece com uma porcentagem de 20% (Fig. 7A), seguido de ápice acuminado, com 16% (Fig. 7B); ápice agudo (Fig. 7C), ápice retuso (Fig. 7D), ápice cuspidado (Fig. 7E), ápice cuneado (Fig. 7F) e ápice atenuado apareceram com frequência de 12% cada nas espécies (Fig. 7G). Ápice emarginado apareceu em 2% (Fig. 7H) e ápice obtuso, em 2% (Fig. 7I), observando assim um predomínio de ápices pontiagudos.

Aproximadamente 85% das espécies estudadas possuem folhas com margens inteiras (Fig. 8A), 9% com margens sinuadas (Fig. 8B) e 6% com margens crenuladas (Fig. 8C).

Tabela 2. Relação das espécies estudadas e suas respectivas características morfológicas foliares.

Espécie	Lâmina	Tamanho foliar	Forma da lâmina	Tipo de base	Tipo de ápice	Tipo de margem
Anacardiaceae						
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Simples	Mesófila	Obovada	Cuneada	Arredondado	Inteira
Annonaceae						
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Simples	Notófila	Elíptica	Truncada	Agudo	Inteira
Apocynaceae						
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	Simples	Macrófila	Elíptica	Arredondado	Arredondado	Sinuadas
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Simples	Notófila	Elíptica	Atenuada	Cuspidado	Inteira
Bignoniaceae						
<i>Fridericia cinnamonea</i> (DG.) L.G. Lohmann	Simples	Notófila	Elíptica	Arredondada	Atenuado	Inteira
Burseraceae						
<i>Dacryodes microcarpa</i>	Simples	Notófila	Elíptica	Obtusa	Acuminado	Inteira

Cuatrec.

Calophyllaceae

<i>Kielmeyera rubriflora</i> Cambess.	Simples	Micrófila	Elíptica	Atenuada	Arredondado	Inteira
--	---------	-----------	----------	----------	-------------	---------

Chrysobalanaceae

<i>Licania cf. apetala</i> (E.Mey.) Fritsch	Simples	Notófila	Elíptica	Obtusa	Cuneado	Inteira
--	---------	----------	----------	--------	---------	---------

Erythroxylaceae

<i>Erythroxylum anguifugum</i> Mart.	Simples	Notófila	Elíptica	Cuneada	Acuminado	Inteira
--	---------	----------	----------	---------	-----------	---------

Euphorbiaceae

<i>Alchornea discolor</i> Poepp.	Simples	Notófila	Elíptica	Arredondada	Cuneado	Crenulada
--------------------------------------	---------	----------	----------	-------------	---------	-----------

<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Simples	Micrófila	Elíptica	Obtusa	Acuminado	Inteira
---------------------------------------	---------	-----------	----------	--------	-----------	---------

Fabaceae

<i>Andira cujabensis</i> Benth.	Simples	Notófila	Elíptica	Arredondado	Atenuado	Inteira
------------------------------------	---------	----------	----------	-------------	----------	---------

<i>Chamaecrista</i> sp.	Composta	Micrófila	Elíptica	Assimétrica	Agudo	Inteira
-------------------------	----------	-----------	----------	-------------	-------	---------

<i>Parkia cachimboensis</i> H.C.Hopkins	Composta	Nanófila	Linear	Obtusa	Arredondado	Inteira
--	----------	----------	--------	--------	-------------	---------

<i>Tachigali subvelutina</i> (Benth.) Oliveira- Filho	Simples	Notófila	Elíptica	Arredondado	Acuminado	Inteira
---	---------	----------	----------	-------------	-----------	---------

<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	Simples	Notófila	Elíptica	Arredandada	Emarginado	Sinuadas
--	---------	----------	----------	-------------	------------	----------

Humiriaceae

<i>Humiria balsamifera</i> (Aubl.) J.St.-Hil.	Simples	Micrófila	Elíptica	Atenuada	Retuso	Inteira
--	---------	-----------	----------	----------	--------	---------

Icacinaceae

<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	Simples	Mesófila	Elíptica	Arredondada	Atenuado	Inteira
Malpighiaceae						
<i>Byrsonima</i> sp.	Simples	Notófila	Elíptica	Cuneada	Cuneado	Inteira
Marcgraviaceae						
<i>Norantea</i> <i>guianensis</i> Aubl.	Simples	Mesófila	Obovada	Atenuada	Retuso	Inteira
Melastomataceae						
<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC	Simples	Micrófila	Elíptica	Aguda	Agudo	Crenulada
<i>Mouriri</i> cf. <i>pusa</i> Gardner	Simples	Notófila	Elíptica	Arredondado	Cuspidado	Inteira
Moraceae						
<i>Ficus</i> cf. <i>mathewsii</i> (Miq) Miq.	Simples	Notófila	Elíptica	Atenuada	Cuspidado	Sinuadas
Myrtaceae						
<i>Myrcia</i> cf. <i>citrifolia</i> (Aubl.) Urb.	Simples	Micrófila	Elíptica	Cuneada	Retuso	Inteira
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC	Simples	Notófila	Elíptica	Obtusa	Cuneado	Inteira
Polygalaceae						
<i>Bredemeyera</i> sp.	Simples	Notófila	Elíptica	Obtusa	Atenuado	Inteira
Primulaceae						
<i>Cybianthus</i> cf. <i>fulvopulverulentus</i> (Mez) G. Agostini	Simples	Notófila	Obovada	Cuneada	Obtuso	Inteira
Rubiaceae						
<i>Ferdinandusa</i> cf. <i>chlorantha</i> (Wedd.) Standl.	Simples	Notófila	Elíptica	Cuneada	Cuspidado	Inteira
<i>Pagamea</i> cf. <i>thyrsiflora</i> Spruce ex Benth.	Simples	Micrófila	Elíptica	Aguda	Agudo	Inteira

Sapotaceae

<i>Chrysophyllum</i> sp.	Simples	Notófila	Elíptica	Atenuada	Acuminado	Inteira
-----------------------------	---------	----------	----------	----------	-----------	---------

Simaroubaceae

<i>Simarouba</i> <i>versicolor</i> A.St.- Hil.	Simples	Micrófila	Elíptica	Assimétrica	Arredondado	Inteira
--	---------	-----------	----------	-------------	-------------	---------

Vochysiaceae

<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Simples	Notófila	Elíptica	Arredondado	Arredondado	Inteira
-----------------------------------	---------	----------	----------	-------------	-------------	---------

<i>Vochysia</i> <i>haenkeana</i> Mart.	Simples	Notófila	Elíptica	Atenuada	Retuso	Inteira
---	---------	----------	----------	----------	--------	---------

<i>Vochysia rufa</i> Mart.	Simples	Mesófila	Oblanceolada	Atenuada	Arredondado	Inteira
-------------------------------	---------	----------	--------------	----------	-------------	---------

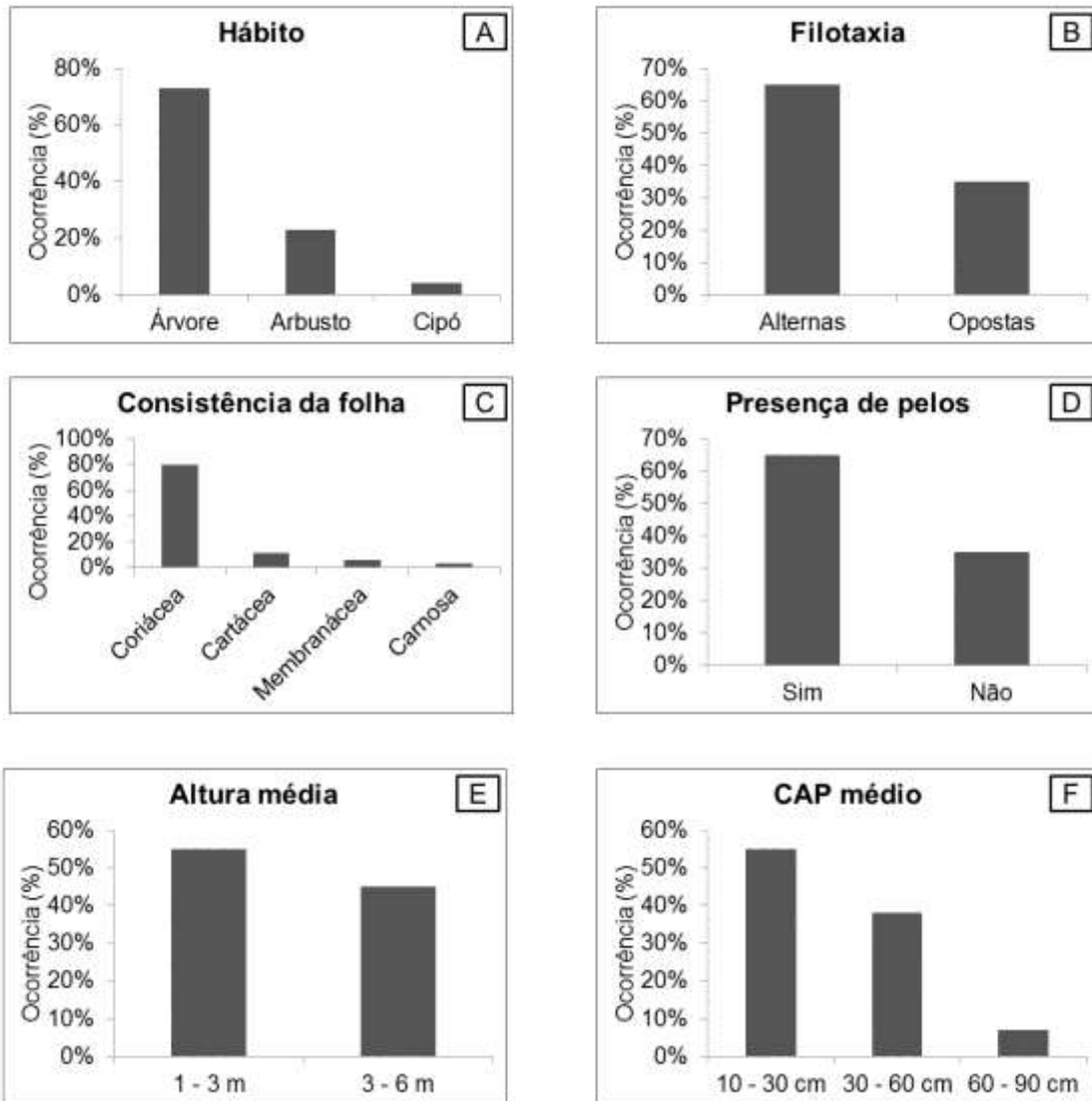


Figura 2. Porcentagem de ocorrência dos aspectos morfológicos analisados para as 34 espécies estudadas. **A.** Hábito; **B.** Filotaxia; **C.** Consistência da folha; **D.** Presença de pelos; **E.** Altura média; **F.** CAP médio.

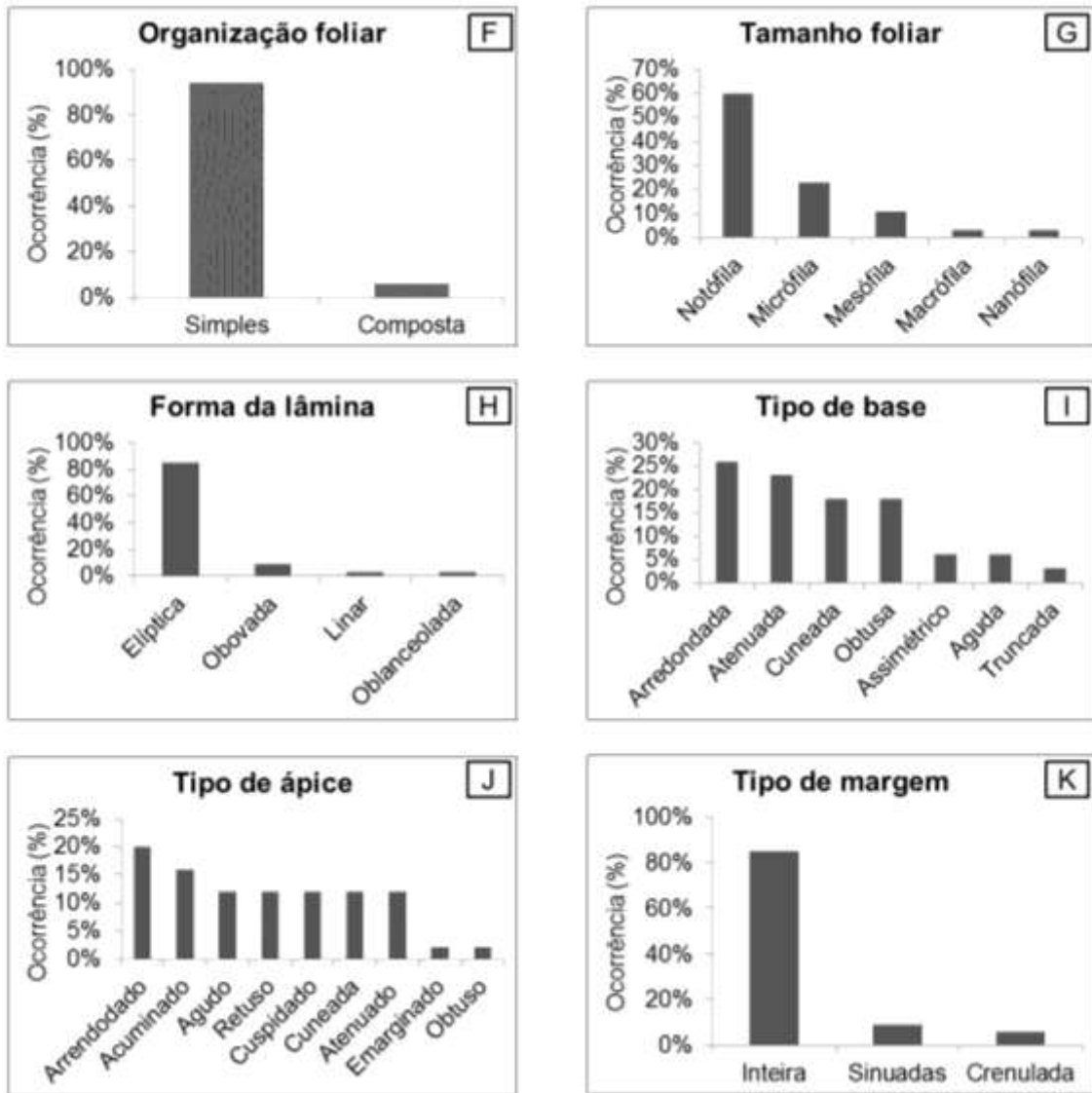


Figura 3. Porcentagem de ocorrência dos aspectos morfológicos analisados para as 34 espécies estudadas. **F.** Organização foliar; **G.** Tamanho foliar; **H.** Forma da lâmina; **I.** Tipo de base; **J.** Tipo de ápice; **K.** Tipo de margem.

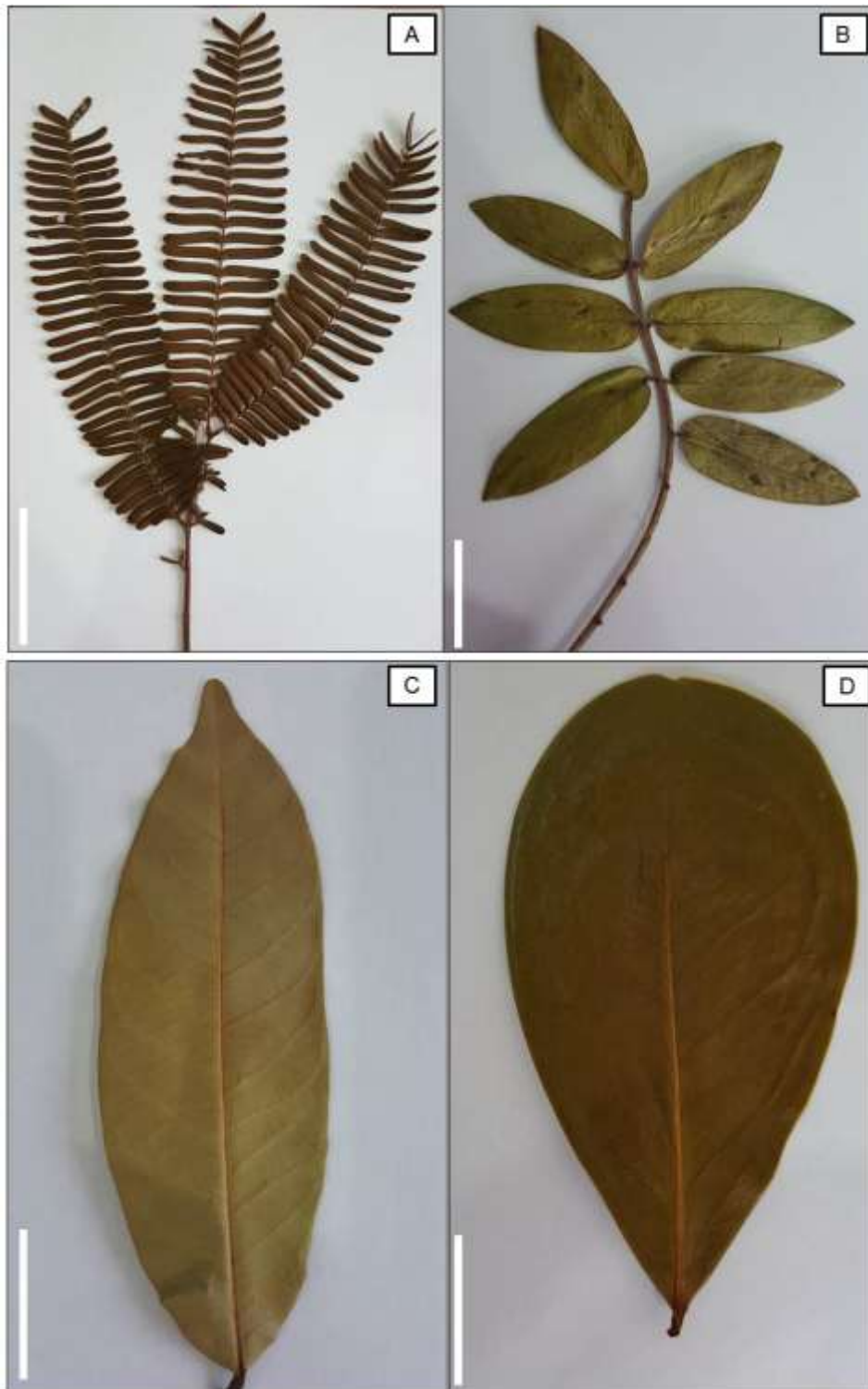


Figura 4. Organização foliar. **A.** *Parkia cachimboensis*, folha composta bipinada; **B.** *Chamaecrista* sp., folha composta imparipinada; **C.** *Chrysophyllum* sp., folha simples; **D.** *Norantea guianensis*, folha simples. Barras: A=5cm; B=2cm; C, D=3cm.



Figura 5. Tamanho e forma da lâmina foliar. **A.** *Parkia cachimboensis*, folíolo nanófilo linear; **B.** *Pagamea* cf. *thyrsiflora*, folíolo micrófilo elíptico; **C.** *Bredemeyera* sp., folha notófila elíptica; **D.** *Anacardium occidentale*, folha mesófila obovada; **E.** *Aspidosperma macrocarpon*, folha macrófila elíptica. Barras: A,C,E=3cm; B=2cm; D=6cm.



Figura 6. Tipo de base foliar. **A.** *Alchornea discolor*, arredondada; **B.** *Chrysophyllum* sp., atenuada; **C.** *Byrsonima* sp., cuneada; **D.** *Dacryodes microcarpa*, obtusa; **E.** *Chamaecrista* sp, assimétrica; **F.** *Pagamea* cf. *thyrsiflora*, aguda; **G.** *Xylopia aromatica*, truncada. Barras: A,C,D,F,G=2cm; B=3cm; E=1cm.

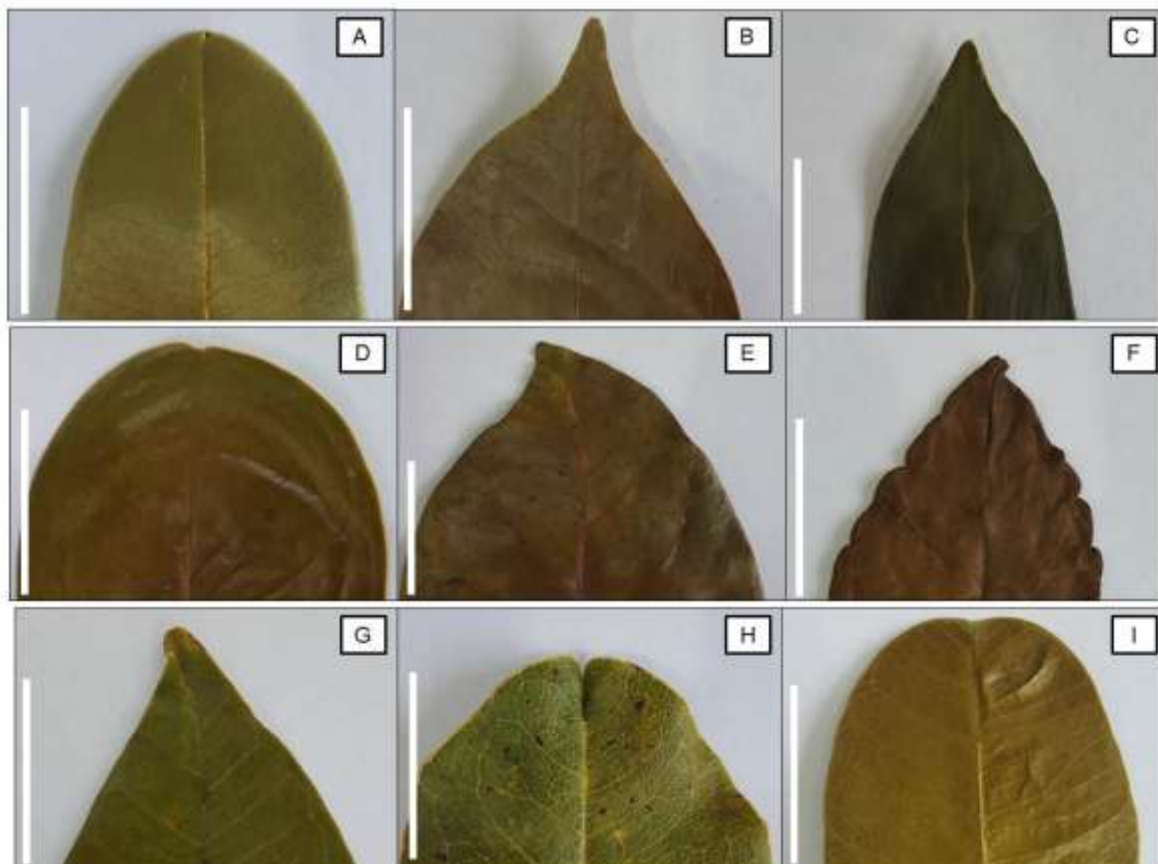


Figura 7. Tipo de ápice. **A.** *Simarouba versicolor*, arredondado; **B.** *Maprounea guianensis*, acuminado; **C.** *Pagamea* cf. *thyrsiflora*, agudo; **D.** *Norantea guianensis*, retuso; **E.** *Ferdinandusa* cf. *chlorantha*, cuspidado; **F.** *Alchornea discolor*, cuneado; **G.** *Bredemeyera* sp., atenuado; **H.** *Vatairea macrocarpa*, emarginado; **I.** *Cybianthus* cf. *fulvopulverulentus*, obtusa. Barras: A,B,C,F,G,H=2cm; D,I=3cm.



Figura 8. Tipo de margem. **A.** *Hancornia speciosa*, margem inteira; **B.** *Vatairea macrocarpa*, margem sinuada; **C.** *Alchornea discolor*, margem crenulada. Barras: A,B,C=2cm.

Na Figura 9 é evidenciada a análise com componentes principais (PCA) das 34 (trinta e quatro) espécies em função de 13 (treze) características morfológicas. A partir disso foi possível observar quais foram as características morfológicas que mais apareceram nas espécies dessa flora. O primeiro eixo explicou 21% da variância total ($p=0.003$ pelo teste de permutação de Monte Carlo, 999 permutações) e o segundo eixo, 18% ($p=0.03$ pelo teste de permutação de Monte Carlo, 999 permutações).

Para o eixo 1 da PCA, as seguintes características morfológicas sobressaíram-se: Circunferência a altura do peito média (CAP-M), Circunferência a altura do peito desvio padrão (CAP-DP), filotaxia, presença de pelos, forma da folha, tipo de ápice e tipo de margem. Para o eixo 2, as mais influentes foram: Altura média (Alt-M), Altura desvio padrão (Alt-DP), hábito, consistência da folha, tipo de base, tamanho foliar e organização foliar (Fig. 9).

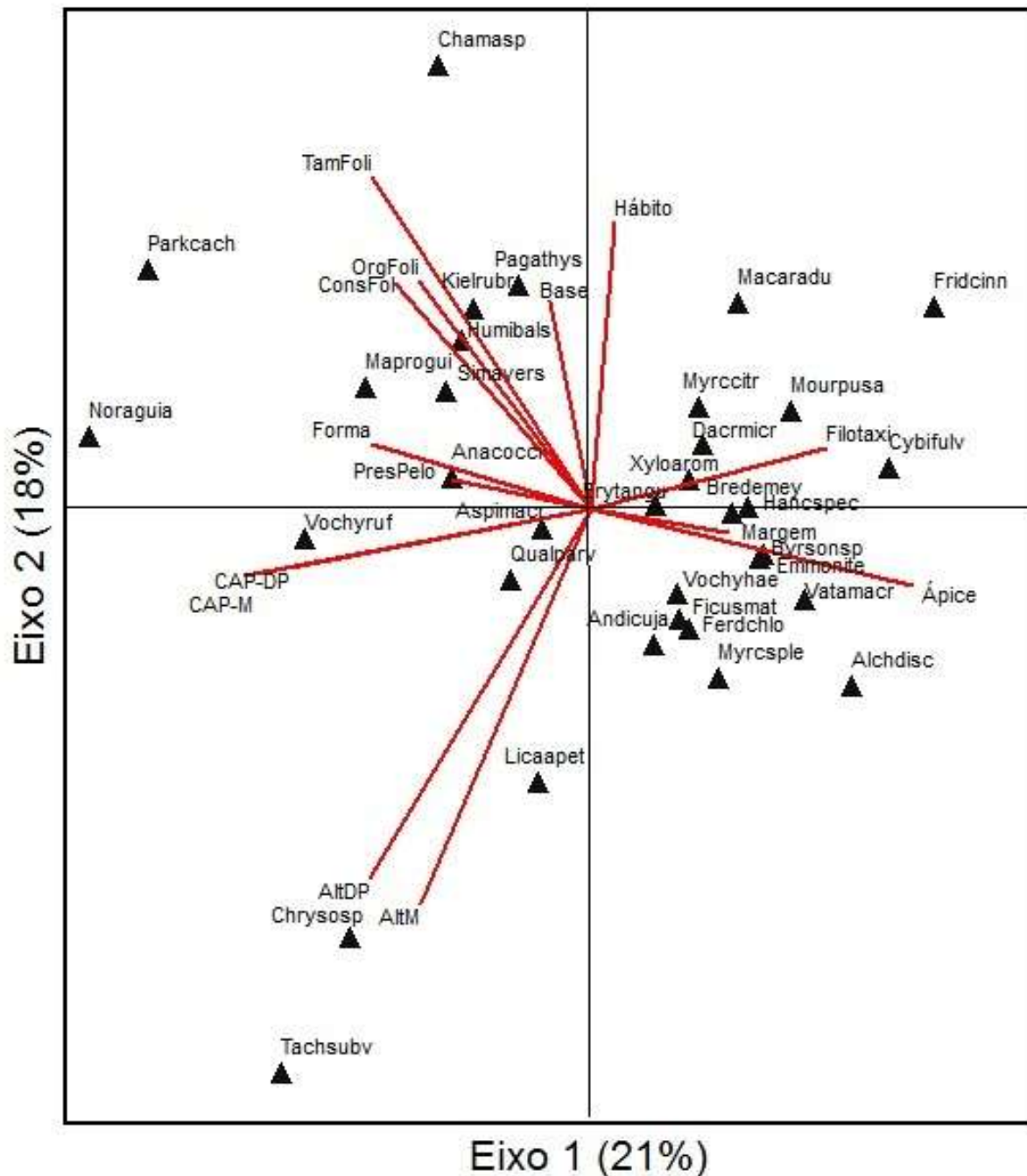


Figura 9. Análise de componentes principais (PCA) de 34 espécies de savana amazônica no município de Nova Canaã do Norte, no estado de Mato Grosso, em função da distribuição das características morfológicas. Símbolo Δ indica as espécies. Legenda: **AltDP** – desvio padrão da altura média; **AltM** – altura média; **CAP-DP** – desvio padrão da circunferência a altura do peito; **CAP-M** – média da circunferência a altura do peito; **Ápice** – tipo de ápice da folha; **Margem** – tipo de margem da folha; **Filotaxi** – filotaxia; **Forma** – forma da folha; **PresPelo** – presença de pelo na folha; **ConsFolha** – consistência da folha; **OrgFoli** – organização foliar; **TamFoli** – tamanho foliar; **Base** – tipo de base da folha; **Hábito** – tipo de hábito.

Discussão

Na flora lenhosa da comunidade de savana amazônica de Nova Canaã do Norte, predominam espécies com porte arbóreo de 1 a 3 metros com um CAP de 10 a 30 cm, com folhas simples, coriáceas, pilosas e com filotaxia alternas. Bieras (2006) realizou levantamentos morfológicos de espécies do bioma Cerrado na região de São Paulo, e os resultados foram similares ao presente estudo: lá, houve cerca de 70% das espécies que apresentaram folhas simples, contra 35% de folha composta. De fato, a savana amazônica possui características peculiares quando comparada ao Cerrado, sendo que o solo e a alta incidência de luz são características que essas duas regiões compartilham.

Com relação ao tamanho das lâminas foliares para as espécies de savana amazônica houve um predomínio de folhas notófilas (2,025 - 4,500 mm²) (60%), seguido de espécies com folhas micrófilas, mesófilas, macrófilas e nanófilas, indicando assim que a maior porcentagem das espécies apresenta folhas pequenas e medianas.

Os efeitos das sombras nas folhas aumentam o tamanho da lâmina foliar, maximizando a captação de luz (Takenaka 1994). Essa correlação entre o tamanho foliar e o suprimento hídrico também foi observada por Richards (1996) em florestas tropicais úmidas. O predomínio de espécies com folhas medianas a pequenas nos cerrados pode estar relacionado, como no caso da organização e tamanho foliar, à ocorrência de uma deficiência hídrica, mesmo que temporária, conforme demonstrado por vários autores (MORAES *et al.* 1989; PEREZ E MORAES, 1991; MATTOS *et al.* 1997; FRANCO, 1998; MORAES E PRADO, 1998; MEINZER *et al.* 1999; PRADO *et al.* 2004; BIERAS, 2006). O tamanho e a forma da folha podem modificar a distribuição de biomassa entre os tecidos funcionais, e, portanto, podem alterar o padrão da folha e seu funcionamento em ambientes com diferentes níveis de disponibilidade de recursos (NIINEMETS *et al.* 2006). Para Parkhurst e Louks (1972), o tamanho foliar propicia maior eficiência no uso da água quando favorece a aquisição de CO₂, restringe a perda de água e mantém a temperatura foliar em níveis apropriados. Segundo esses autores, folhas menores são mais adaptadas a ambientes onde predominam altas temperaturas e luminosidades.

Como já vem sendo estudado, a morfologia das plantas se modifica de acordo com o ambiente em que está contida e os efeitos que podem ocasionar essa modificação são a luz e a água. Além desses efeitos acredita-se que a temperatura e a umidade do ar possam afetar a plasticidade morfológica das folhas (CODARIN *et al.* 2006; KOCH *et al.* 2006). Variações em função do ambiente têm sido investigadas por outros autores dentro de uma espécie ou grupos de espécies ao longo de um gradiente ambiental (BARUCH, 1979; KORNER *et al.* 1983, 1986; RADA *et al.* 1987).

Halloy *et al.* (1996) analisaram as características foliares de plantas vasculares de uma comunidade, sem levar em conta os grupos taxonômicos ou formas de vida, abrangendo zonas climáticas homogêneas quanto externamente definido por vegetação e fronteiras geomorfológicas. Ao quantificar a variação na morfologia da folha entre os diferentes ambientes, a intenção era demonstrar uma relação funcional entre os dois. Um exemplo citado pelos autores foi o tipo de margem da folha, a qual teve uma correlação com a temperatura e altitude, afirmando assim que algumas características morfológicas podem ser influenciadas pelo ambiente.

A maioria das espécies da comunidade estudada apresentou folhas com base arredondadas. De acordo com Jacobs (1999), poucas espécies possuem folhas de base arredondada ou obtusa em ambientes úmidos, indicando uma possível função da base na retenção de água. O autor postulou que bases foliares arredondadas e obtusas retêm água, enquanto bases cuneadas permitem o escoamento. Levando isso em consideração, pode-se relacionar as bases arredondadas com o ambiente seco da savana amazônica estudada, podendo ser uma característica morfológica ágil para as plantas desses tipos de ambientes.

Os tipos de ápices mais encontrados para a região de savana amazônica foram os pontiagudos, o que provavelmente está relacionado com a alta precipitação durante o período chuvoso. Bieras (2006) estudando espécies de Cerrado encontrou ápices de formato arredondados, para a maioria das espécies estudadas, o que, segundo a autora pode estar relacionado com a retenção de umidade. Esta diferença morfológica entre o Cerrado e a savana amazônica pode estar relacionada ao diferente tipo climático, onde a precipitação pluviométrica se mostra mais alta na savana amazônica.

Richards (1996), Baker-Brosh e Peet (1997), Wilf (1997), Jacobs (1999), Gregory-Wodzicki (2000) e Royer e Wilf (2006) afirmam que as folhas de margens inteiras são frequentes em ambientes onde predominam altas temperaturas que, por aquecer as folhas, promovem uma maior perda de água. Estes resultados corroboram com o deste trabalho, pois a maior parte das espécies estudadas apresentou a folha com a margem inteira (85%). De tal forma pode-se dizer que essas plantas estão adaptadas a altas temperaturas e alta incidência de luminosidade que predominam nessa área.

No estudo de Bieras (2006), as folhas das espécies do Cerrado de São Paulo são simples, de tamanho mesófilo a micrófilo, apresentam lâminas elípticas, de margem inteira e de base e ápice convexos. A autora acredita que esse padrão é uma resposta às condições de temperatura, luminosidade, umidade relativa do ar e disponibilidade hídrica do solo, que predominam nos Cerrados e que determinam a eficiência dos processos fotossintéticos. As espécies da comunidade de savana amazônica que foram estudadas neste trabalho compartilham a maioria das características das espécies de Cerrado estudadas por Bieras (2006). Várias dessas características podem ser relacionadas ao ambiente e à morfologia das plantas. É possível inferir que, para ambientes secos, com baixa umidade relativa do ar, com vegetação aberta com alta incidência luminosa, características morfológicas como folhas simples de tamanhos médios ou pequenos, lâminas elípticas com margem inteira, ápices pontiagudos e bases convexas e arredondadas mostram um padrão, podendo então ser formas de adaptações nesses ambientes.

Conclusões

A comunidade de savana amazônica de Nova Canaã do Norte apresenta características morfológicas foliares similares ao Cerrado. O fato de essas comunidades estarem em ambientes com déficit hídrico em determinada época do ano, e com baixa disponibilidade de nutrientes pode ter contribuído para tal resultado. Alguns aspectos morfológicos foliares são variáveis, de tal forma não sendo possível traçar um padrão morfológico para as comunidades de savanas amazônicas, embora seja possível traçar um padrão para ambientes xéricos.

Referências Bibliográficas

ACKERLY, D. Functional strategies of chaparral shrubs in relation to seasonal water deficit and disturbance. **Ecological Monographs**, [S.l.], v.74, p.25-44, 2004.

BAKER-BROSH, K.F.; PEET, R.K. The ecological significance of lobed and toothed leaves in temperate forest trees. **Ecology**, Washington, v.78, p.1250-1255, 1997.

BARUCH, Z. Elevational differentiation in *Espeletia schultzii* (Compositae), a giant rosette plant of the Venezuela Paramos. **Ecology**, Washington, v.60, p.85-98, 1979.

BIERAS, A.C. **Morfologia e anatomia foliar de dicotiledôneas arbóreo-arbustivas do cerrado de São Paulo, Brasil**. 2006. 63 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal)) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro – SP, 2006.

BRAGA, P.I.S. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico na Amazônia. **Revista Acta Amazonica**, Manaus, v.9, p.53-80, 1979.

CODARIN, S.; GALOPIN, G.; CHASSERIAUX, G. Effect of air humidity on the growth and morphology of *Hydrangea macrophylla* L. **Scientia Horticulturae**, v.108, p.303-309, 2006.

COUTINHO, L.M. O bioma do cerrado. In: Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois. (A.L. Klein ed.). Editora da UNESP, São Paulo. p.77-91, 2002.

DAVIS, M.A.; WRAGE, K.J.; REICH, P.B. Competition between tree seedlings and herbaceous vegetation: support for a theory of resource supply and demand. **Journal of Ecology**, London, v.86, p.652-661, 1998.

MATTOS, E.A. de; BRAZ, M.I.G.; CAVALIN, P.O.; ROSADO, B.H.P.; GOMES, J.M.; MARTINS, L.S.T.; ARRUDA, R.C.O. Variação espacial e temporal em parâmetros fisionômicos de plantas. In: ROCHA, C.F.D.; ESTEVES, F.A.; SCARANO, F.R. (Ed.). Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação. São Carlos: RiMa, 2004. p.99-116

DÍAZ, S.; HODSON, J.G.; THOMPSON, K.; CABIDO, M.; CORNELISSEN, J.H.C.; JALILI, A.; MONTSERRAT-MARTÍ, G.; GRIME, J.P.; ZARRINKAMAR, F.; ASRI, Y.; BAND, S.R.; BASCONCELO, S.; CASTRO-DÍEZ, P.; FUNES, G.; HAMZEHEE, B.; KHOSHNEVI, M.; PÉREZ-HARGUINDEGUY, N.; PÉREZ-RONTOMÉ, M.C.; SHIRVANY, F.A.; VENDRAMINI, F.; YAZDANI, S.; ABBAS-AZIMI, R.; BOGAARD, A.; BOUSTAMI, S.; CHARLES, M.; DEGHAN, M.; TORRES-ESPUNY, L.D.; FALCZUK, V.; GUERRERO-CAMPO, J.; HYND, A.; JONES, G.; KOWSARY, E.; KAZEMI-SAEED, F.; MAESTRO-MARTÍNEZ, M.; ROMO-DÍEZ, A.; SHAW, S.; SIAVASH, B.; VILLAR-SALVADOR, P.; ZAK, M.R.

The plant traits that drive ecosystems: Evidence from three continents. **Journal of Vegetation Science**, Malden, v.15, p.295-304, 2004.

EVINER, V.T.; CHAPIN III, F.S. Functional matrix: a conceptual framework for predicting multiple plant effects on ecosystems process. **Annual Review Ecology and Systematic**, [S.I], v.34, p.455-485, 2003.

FIDALGO, O.; BONONI, V.L.R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização do material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica, 61p. 1989.

FRANCO, A.C. Seasonal patterns of gas exchange, water relations and growth of *Roupala montana* an evergreen savanna species. **Plant Ecology**, [S.I], v.136, p.69-76, 1998.

GARNIER, E.; LAURENT, G.; BELLMAN, A.; DEBAIN, S.; BERTHELIER, P.; DUCOUT, B.; ROUMET, C.; NAVAS, M.L. Consistency of species ordenação based on functional leaf traits. **New Phytologist**, Lancaster, v.152, p.69-83, 2001.

GONÇALVES, E.G.; LORENZI, H. **Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, p.416, 2007.

GOTTSBERGER, G.; MORAWETZ, W. Floristic, structural and phytogeographical analysis of the savannas of Humaitá (Amazonas). **Flora**, [S.I], v.178, p.41-71, 1986.

GREGORY-WODZICKI, K.M. Relationships between leaf morphology and climate, Bolivia: implications for estimating paleoclimate from fossil floras. **Paleobiology**, [S.I], v.26, p.668-688, 2000.

GRIME, J.P. Evidence for the existence of three primary strategies n plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. **American Naturalist**, Chicago, V.111, p.169-194, 1977.

HALLOY, S.R.P.; MARK, A.F. Comparative leaf morphology spectra of plant communities in New Zealand, the Andes and the European Alps. **Journal of the Royal Society of New Zealand**, Wellington, v.26, p.41-78, 1996.

JACOBS, B.F. Estimation of rainfall variables from leaf characters in tropical Africa. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, [S.I], v.145, p.231-250, 1999.

KOCH, K.; HARTMANN, K.D.; SCHREIBER, I.; BARTHLOTT, W.; NEINHUIS C. Influences of air humidity during the cultivation of plants on wax chemical composition, morphology and leaf surface wettability. **Environmental and Experimental Botany**, [S.I], v.56, p.1-9, 2006.

KORNER, C.; ALLISON, A.; HILSCHER, H. Altitudinal variation of leaf diffusive

conductance and leaf anatomy in heliophytes of montane New Guinea and their interrelation with microclimate. **Flora**, [S.I.], v.114, p.91-135, 1983.

KORNER, C.; BANNISTER, P.; MARK, A. F. 1986: Altitudinal variation in stomatal conductance, nitrogen content and leaf anatomy in different plant life forms in New Zealand. **Oecologia**, Berlin, v.69, p.577- 588, 1986.

LEAF ARCHITECTURE WORKING GROUP. **Manual of leaf architecture: morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms**. Smithsonian Institution, Washington, 1999.

MANTOVANI, A. Leaf morpho-physiology and distribution of epiphytic aroids along a vertical gradient in a brazilian rain forest. **Selbyana**, [S.I.], v.20, p.241-249, 1999.

MATTOS, E.A.; REINERT, F.; MORAES, J.A.P.V. Comparison of carbon isotope discrimination and CO₂ and H₂O gas exchange between the dry and the wet season in leaves of several cerrado woody species. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v.9, p.77-82, 1997.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA-MT). **Estudo de impacto ambiental – EIA,UHE Colíder**. Mato Grosso, 2009. v.II. 218p.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD**: multivariate analysis of ecological data.version 6.0. Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.: MjM Software, 2011.

MEINZER, F.C.; GOLDSTEIN G.F.A.C.; BUSTAMANTE, M.; IGLER, E.; JACKSON, P.; CALDAS, L.; RUNDEL, P.W. Atmospheric and hydraulic limitations on transpiration in brazilian cerrado woody species. **Functional Ecology**, London, v.13, p.273-282, 1999.

MIRANDA, I.S. Estrutura do estrato arbóreo do cerrado amazônico de Alter do Chão, Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.16, p.143-150, 1993.

MORAES, J.A.P.V.; PEREZ, S.C.J.G.A.; CARVALHO, L.F. Curso diário e sazonal do potencial da água e da resistência estomática em plantas de um Cerradão. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, Washington, v.27, p.13-23, 1989.

MORAES, J.A.P.V.; PRADO, C.H.B.A. Photosynthesis and water relations in Cerrado vegetation. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v.4, p.45-63, 1998.

NIINEMETS, Ü.; PORTSMUTH. A.; TOBIAS, M. Leaf size modifies support biomass distribution between stems, petioles and mid-ribs in temperate plants. **New Phytologist**, Lancaster, v.171, p.91–104, 2006.

OLIVEIRA, P.E. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In Cerrado: ambiente e flora. (S.M. Sano & S.P. Almeida, eds.). Embrapa/CPAC, Brasília. p.169-192, 1998.

PARKHURST, D.F.; LOUCKS, O.L. Optimal leaf size in relation to environment. **Journal of Ecology**, London, v.60, p.505-537, 1972.

PEREZ, S.C.J.G.; MORAES, J.A.P.V. Curso diário e sazonal do potencial de água e da condutância estomática em espécies de cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia**, Campinas, v.51, p.801-804, 1991.

PESSOA, M. J. G. **Composição florística e estrutura da vegetação lenhosa de savanas sobre afloramentos rochosos na transição entre os biomas cerrado e Amazônia: Influências florísticas, edáficas e espaciais**. 2014. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta-MT, 2014.

PRADO, C.H.D.A.; WENHUI, Z.; ROJAS, M.H.C.; SOUZA, G.M. Seasonal leaf gas exchange and water potential in a woody cerrado species community. **Brazilian Journal of Plant physiology**, Campos dos Goytacazes -RJ, v.16, p.7-16, 2004.

PRANCE, G.T. Islands in Amazonia. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, London, v.351, p.823-833, 1996.

RADA, F.; GOLDSTEIN, G.; AZOCAR, A.; TORRES, F. Supercooling along an altitudinal gradient in *Espeletia schultzii*, a caulescent giant rosette species. **Journal of experimental botany**, Oxford, v.38, p.491-497, 1987.

RADFORD, A. E.; DICKISON, W. C.; MASSEY, J. R.; BELL, C. R. **Vascular Plant Systematics**. New York: Harvard University, 888p. 1974.

RATTER, J.A.; RIBEIRO, J.F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, Oxford, v.80, p.223-230, 1997.

RAY, T. S. Foraging behaviour in tropical herbaceous climbers (Araceae). **Journal of Ecology**, London, v.80, p.189-203, 1992.

REICH, P.B.; WALTERS, M.B. & ELLSWORTH, D.S. 1992. Leaf lifespan in relation to leaf, plant, and stand characteristics among diverse ecosystems. **Ecological Monographs**, [S.l.], v.62, p.365-392.

RICHARDS P.W. **The Tropical Rain Forest**. Cambridge University Press, New York, 1996.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.

ROYER, D.L.; WILF, P. Why do toothed leaves correlate with cold climates? Gas exchange at leaf margins provides new insights into a classic paleotemperature proxy. **International Journal of Plant Sciences**, Chicago, v.167, p.11-18, 2006.

SOUZA, A.P.; MOTA, L.L.; ZAMADEI, T.; MARTIM, C.C.; ALMEIDA, F.T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 01, n. 01, p.34-43, 2013.

TAKENAKA A. Effects of leaf blade narrowness and petiole length on the light capture efficiency of a shoot. **Ecological Research**, [S.I], v.9, p.109–114, 1994.

TALORA, D.C. & MORELLATO, L.P.C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.23, p.13-26, 2000.

WALLER, D. M. The dynamics of growth and form. **In:** M. J. Crawley (ed.). *Plant Ecology*, p.291-320. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1986.

WARDLE, D.A.; BARKER, G.M.; BONNER, K.I. & NICHOLSON, K.S. 1998. Can comparative approaches based on plant ecophysiological traits predict the nature of biotic interactions and individual plant species effects in ecosystems? **Journal of Ecology**, London, v.86, p.405-420, 1998.

WILF, P. When are leaves good thermometers? A new case for Leaf Margin Analysis. **Paleobiology**, [S.I], v.23, p.373-390, 1997.

**2.2 ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS ANATÔMICAS FOLIARES DE 22
ESPÉCIES VEGETAIS PREDOMINANTES EM ÁREA DE SAVANA
AMAZÔNICA, MATO GROSSO, BRASIL**

Resumo – (Estratégias adaptativas anatômicas foliares de 22 espécies vegetais predominantes em área de savana amazônica, Mato Grosso, Brasil). Este estudo teve como objetivo analisar a anatomia foliar de 22 espécies vegetais ocorrentes em savana amazônica no estado de Mato Grosso, com a finalidade de identificar caracteres chave que mostrem possíveis estratégias adaptativas das espécies em seus ambientes naturais. As amostras foram fixadas em FAA₅₀, estocadas em álcool 70%, posteriormente cortadas a mão livre com auxílio de uma lâmina de barbear e coradas com azul de astra e fucsina básica. Para a análise da epiderme foliar foi utilizado o método de dissociação de Jeffrey modificado e as amostras foram coradas com fucsina básica. Foi realizada então uma PCA e uma análise de agrupamento de dois fatores para reconhecer os padrões anatômicos predominantes nas espécies dessa flora. Levando em consideração os caracteres anatômicos adaptativos foi observado a formação de três grandes grupos. As espécies estudadas neste trabalho apresentam caracteres xeromórficos. Características como: cutícula espessa, epiderme com parede espessada e reta, presença de sílica na epiderme, tricomas tectores, folhas hipoestomáticas, cristas estomáticas, estômato no mesmo nível das demais células epidérmicas, espaço restrito nas câmaras subestomáticas, mesofilo dorsiventral, presença de drusas no mesofilo, células da face adaxial baixa, células do parênquima paliçádico altas, paliçádico ocupando mais de 50% do mesofilo, formação compacta do parênquima clorofiliano lacunoso, presença de colênquima e fibras vasculares, estão associados a estratégias adaptativas das plantas ao ambiente de savana amazônica.

Palavras-chave: Anatomia ecológica, adaptação, xerofilia.

Abstract – (Foliar anatomic adaptative strategies of 22 plant species predominant in Amazonian savanna areas, Mato Grosso, Brazil). This study aimed to analyze the leaf anatomy of 22 species that are found in the Amazonian savanna in the state of Mato Grosso, in order to identify important characters that show possible adaptative strategies of the species in their natural environments. The samples were fixed in FAA₅₀, stored in alcohol 70%, and posteriorly they were cut free hand with a razor blade and stained with astra blue and basic fuchsin. For the analysis of the leaf epidermis, the Jeffrey's dissociation method modified was used and the samples were stained with basic fuchsin. Then, a PCA was performed, as well as an analysis of grouping of two factors to recognize the predominant anatomic patterns in species of this flora. Taking into consideration the adaptive anatomical characters was observed the formation of three groups. The species studied in this work have xeromorphic characters. Features like: thick cuticle, epidermis with thickened wall and straight, presence of silica in the epidermis, trichomes, hypostomatic leaves, stomatal crests, stomata on the same level of the other epidermal cells, restricted space substomatic, dorsiventral mesophyll, presence of drusen in mesophyll, low adaxial cells, the high palisade parenchyma cells, palisade occupying more than 50% of the mesophyll, compact formation of spongy chlorenchyma, presence of

chollenchyma and vascular fibers are associated with adaptive strategies of plants to Amazon savanna environment.

Keywords: Ecological anatomy, Adaptation, Xerophily.

Introdução

Os enclaves de vegetação savânica (típica do bioma Cerrado) no interior da Amazônia são conhecidos como savanas amazônicas e constituem uma composição peculiar distribuída por toda a Bacia Amazônica (SANAIOTI *et al.* 2002; BARBOSA *et al.* 2005; MIRANDA *et al.* 2006; BARBOSA e FEARNSSIDE, 2007).

A palavra “cerrado” também pode ser utilizada para expressar certos ambientes amazônicos, pois define fisionomias estabelecidas no Cerrado brasileiro com grandes semelhanças na estrutura e organização da paisagem (RATTER *et al.*, 2003). Entretanto, as savanas amazônicas são formações fitoecológicas disjuntas do Cerrado do Brasil Central, com funcionamento e florística diferentes (RATTER *et al.*, 2003). Assim, os termos lavrados, cerrado e savana podem ser usados para identificar a paisagem de vegetação aberta (BARBOSA *et al.*, 2007).

As savanas amazônicas apresentam menos endemismo e diversidade de espécies em relação ao cerrado contínuo, porém, existem espécies compartilhadas entre estas duas unidades fitogeográficas (BARBOSA *et al.*, 2007). No Brasil, as savanas amazônicas ocorrem em áreas descontínuas nos Estados do Amapá, Amazonas, Pará, Roraima e Mato Grosso, sobre distintos substratos, como Latossolos, Argisolos, Gleissolos, Plintossolos, Neossolos Flúvicos e Neossolos Quartzarênicos, sendo a maioria distróficos e ácidos (BENEDETTI *et al.*, 2011), da mesma forma como em ambientes florestais amazônicos (TUOMISTO *et al.*, 2003; COSTA, 2006). A hipótese geral é que plantas de savanas também possuam ocorrência determinada por fatores edáficos, condicionados pela heterogeneidade ambiental. Esta, por sua vez, pode ser diferenciada por diferentes classes de solo, relevo ou mesmo padrões de drenagem.

As plantas com grande potencial de plasticidade para caracteres ligados à sobrevivência apresentam vantagens adaptativas em ambientes instáveis, heterogêneos ou de transição, visto que as mudanças produzidas podem facilitar a exploração de novos nichos, resultando no aumento da tolerância ambiental (VIA & LANDE, 1985). Espera-se que plantas que ocupam ambientes heterogêneos apresentem uma grande plasticidade fenotípica

potencial em suas características fisiológicas e/ou morfológicas (FUZETO & LOMÔNACO, 2000).

As variações na estrutura das plantas, que são comumente afetadas por fatores ambientais, são particularmente bem expressas na morfologia e anatomia das folhas (METCALFE, 1983; RAVEN, 2000; DICKISON, 2000). A folha é o órgão vegetativo que apresenta maior variação estrutural, e as variações em seus caracteres estruturais têm sido interpretadas como adaptações a condições ambientais (FAHN & CUTLER, 1992; DICKISON, 2000). Características denominadas xeromórficas são bem evidenciadas na superfície das folhas de plantas com restrição temporária de água e inclui densa pilosidade, cutícula espessa com ornamentações e estômatos protegidos por tricomas e/ou protuberâncias cuticulares ou situados em depressões na epiderme (MORRETES & FERRI, 1959).

Dentre os fatores ambientais que influenciam a dinâmica de comunidades vegetais, a disponibilidade de água é, provavelmente, um dos fatores mais limitantes, já que representa um recurso essencial para as plantas, estando envolvida em sua composição, estrutura e metabolismo (SUTCLIFFE, 1968). A altura da planta e o tamanho das folhas estão fortemente relacionados à competição por luz e trocas gasosas, e ambas são dependentes da disponibilidade de água e nutrientes (ENGEL *et al.*, 2002). A espessura foliar pode ser determinada por fatores abióticos como luz, água e nutrientes, e por fatores bióticos, tal como defesa contra herbívoros (PINHEIRO *et al.*, 2001).

O conjunto de espécies que compõe uma comunidade varia no tempo e no espaço, sendo determinado por processos ecológicos e evolutivos (CRAWLEY, 1997). Sendo assim, os fatores abióticos servem como importantes filtros ambientais, definindo quais das espécies presentes em escala regional estarão representadas em escala local, através das estratégias adaptativas que apresentam (RATTER *et al.*, 2002). Desta forma, pode-se notar, em algumas plantas, uma série de atributos anatômicos relacionados à variação das condições ambientais e da disponibilidade de recursos, que podem ser vistas como estratégias estruturais, fisiológicas ou comportamentais (CRAWLEY, 1997).

Foram realizados diversos estudos em áreas de savanas amazônicas buscando a origem e a diversidade da flora destas áreas (Miranda e Absy 2000;

Barbosa *et al.* 2007; Meneses *et al.* 2013), porém, pouco se conhece sobre a anatomia ecológica das espécies lenhosas ocorrentes nesses ambientes. O estudo de Ferreira *et al.* (2015) é um dos trabalhos mais recentes e estuda anatomia de espécies nativas e lenhosas da savana, conhecer a anatomia das plantas que ocorrem nesse ambiente savânico dentro do bioma amazônico é essencial para o melhor entendimento das adaptações anatômicas em determinados ambientes.

O objetivo deste trabalho foi analisar a anatomia foliar de 22 espécies vegetais predominantes em savana amazônica no estado de Mato Grosso, com a finalidade de identificar caracteres chave que mostrem possíveis estratégias adaptativas das espécies em seus ambientes naturais.

Material e Métodos

Área de estudo

A fitofisionomia de savana amazônica estudada localiza-se em uma área de preservação permanente da Usina Hidrelétrica Colíder (UHC) localizada no município de Nova Canaã do Norte no Estado de Mato Grosso, na transição Cerrado-Amazônia, abrangendo solos rasos de coloração vermelha e amarela, pouco férteis, estando circundadas por áreas florestais (Fig. 1).

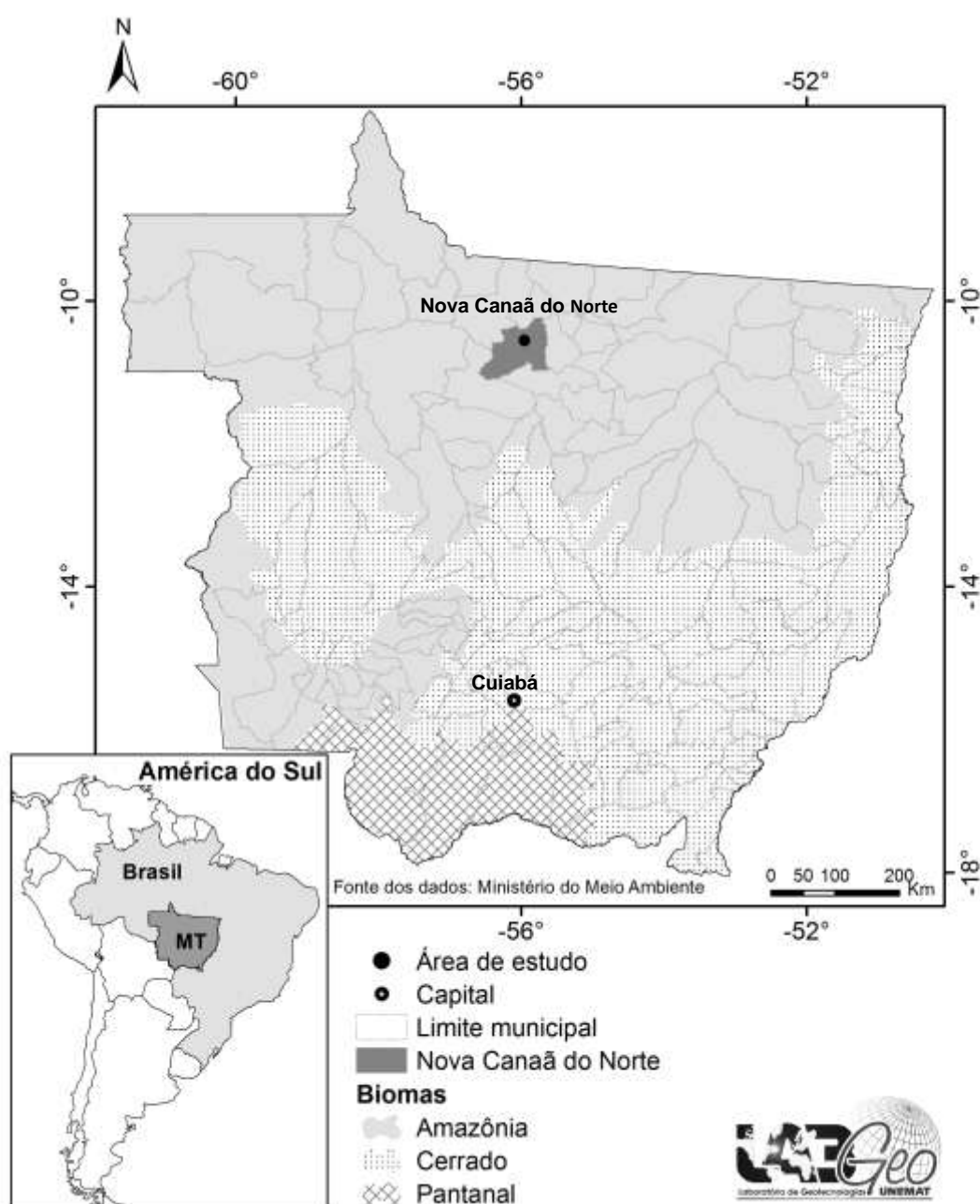


Figura 1. Localização da savana amazônica na transição entre os biomas Cerrado e Amazônia no município de Nova Canaã do Norte no Mato Grosso.

Segundo a classificação de Köppen, a região apresenta clima tipo Aw (tropical chuvoso), com nítida estação seca. A temperatura média anual varia entre 20°C e 38°C, com média de 26°C (SOUZA *et al.* 2013). As precipitações anuais são elevadas, podendo atingir 2.000 mm e apresentam sazonalidade bem definida, com a ocorrência de um período chuvoso de outubro a abril e outro de estiagem entre maio e setembro (SOUZA *et al.* 2013).

Pessoa (2014) realizou análise química do solo da savana amazônica estudada, o qual foi classificado como Neossolo Litólico, distrófico, ácido, extremamente ácido, arenoso e com baixa concentração de nutrientes. O solo da savana amazônica apresenta altos teores de N, P, K⁺, S, Mn, Zn, Na²⁺, Al²⁺ trocável, acidez potencial, CTC, saturação por alumínio, matéria orgânica e areia. Assim, de modo geral, os teores elevados de alumínio trocável, acidez potencial, os percentuais de matéria orgânica e saturação por alumínio no solo indicam solos distróficos, com nível fitotóxico de Al²⁺ trocável às plantas e com maior disponibilidade de macro e micronutrientes.

As espécies foram selecionadas a partir de dados já existentes em uma pesquisa de comparação florística realizada em três fitofisionomias por Pessoa (2014): savana amazônica, cerrado rupestre de transição e cerrado. Naquele levantamento, houveram 22 espécies lenhosas que ocorreram apenas na área de savana amazônica (Tab. 1), sendo essas espécies selecionadas para o estudo anatômico deste trabalho, a fim de saber se as espécies que só ocorreram nessa área de savana amazônica possuem caracteres anatômicos considerados adaptativos pela literatura.

Foram coletadas folhas de três indivíduos adultos de cada espécie. Essa coleta se deu a partir da delimitação das espécies do levantamento florístico, as quais já estavam devidamente identificadas e emplacadas no campo. Após a coleta o material foi levado ao laboratório de Biologia Vegetal da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, *Campus* Universitário de Alta Floresta/MT, para a realização da análise anatômica.

Tabela 1. Relação das espécies listada por Pessoa (2014) em ordem de família, em uma área de savana amazônica no município de Nova Canaã do Norte/MT.

Família	Espécies
Burseraceae	<i>Dacryodes microcarpa</i>
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera rubriflora</i> Cambess.
Chrysobalanaceae	<i>Licania</i> cf. <i>apetala</i>
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum anguifugum</i> Mart.
Euphorbiaceae	<i>Alchornea discolor</i> Poepp.
Euphorbiaceae	<i>Manihot caerulescens</i> Pohl
Fabaceae	<i>Chamaecrista</i> sp.
Fabaceae	<i>Parkia cachimboensis</i> H.C.Hopkins
Fabaceae	<i>Tachigali subvelutina</i> (Benth.) Oliveira-Filho
Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (Aubl.) J.St.-Hil.
Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i> sp.
Marcgraviaceae	<i>Norantea guianensis</i> Aubl.
Melastomataceae	<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC.
Moraceae	<i>Ficus</i> cf. <i>mathewsii</i>
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> cf. <i>citrifolia</i>
Polygalaceae	<i>Bredemeyera</i> sp.
Primulaceae	<i>Cybianthus</i> cf. <i>fulvopulverulentus</i>
Rubiaceae	<i>Ferdinandusa</i> cf. <i>chlorantha</i>
Rubiaceae	<i>Pagamea</i> cf. <i>thyrsiflora</i>
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum</i> sp.
Simaroubaceae	<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.
Vochysiaceae	<i>Vochysia haenkeana</i> Mart.

Procedimentos Metodológicos

Caracterização anatômica

Para cada espécie, foram coletadas três folhas adultas totalmente expandidas ao sol (oriundas de três indivíduos distintos), as quais foram fixadas em FAA₅₀ e preservadas em etanol 70%. As folhas foram seccionadas transversalmente a mão livre, na região mediana da lâmina. As secções foram submetidas à clarificação em hipoclorito de sódio e lavagem em água destilada. Posteriormente, as folhas foram coradas em azul de astra e fucsina básica (KRAUS e ARDUIN, 1997) e as lâminas foram montadas em resina sintética (Permout) ou em gelatina glicerinada.

Para a análise da epiderme foliar foi utilizado o método de dissociação de Jeffrey (KRAUS e ARDUIN, 1997) modificado, onde porções foliares foram colocadas em tubos de ensaio com água oxigenada (Volume 30) e ácido acético glacial na proporção de 1:1 e mantidas em estufa a 60 °C por cerca de 48 horas. Após este período, as amostras foram lavadas em água destilada e em etanol

50%. Com auxílio de um pincel separou-se as duas superfícies epidérmicas, que foram coradas com fucsina básica (ROESER, 1962) e montadas em gelatina glicerinada.

As ilustrações foram obtidas por meio do capturador de imagens, acoplado ao fotomicroscópio Leica DMLB, com o auxílio do programa Leica IM50 no Laboratório de Biologia Vegetal (UNEMAT). Tabelas e pranchas foram confeccionadas para evidenciar o padrão anatômico das 22 espécies na área de savana amazônica.

Análise estatística

Foi preparada uma matriz incluindo, nas colunas, as variáveis anatômicas (Tabela 2) e, nas linhas, cada unidade amostral (espécie). Foi realizada então uma PCA (análise de componentes principais) no programa PC-ORD versão 6.0 (MCCUNE E MEFFORD, 2011) para reconhecer os padrões anatômicos predominantes para as espécies dessa flora. Também foi efetuada uma análise de agrupamento de dois fatores (espécies e variáveis anatômicas), utilizando o algoritmo UPGMA e o coeficiente de similaridade de Sørensen (1948). Sørensen é um coeficiente binário, que compara qualitativamente a semelhança das espécies ao longo de um gradiente ambiental; os valores se enquadram na escala de 0 a 1, de maneira que, quanto mais próximos de 1, maior será a similaridade, a fórmula é baseada em $(SO = 2c/a+b)$ onde: a - número de espécies do fragmento A; b - número de espécies do fragmento B; c - número de espécies comuns (WOLDA, 1981).

Uma das características não apresentou variação, ou seja, se fez presente em todas as espécies: epiderme com parede espessada. Por esse motivo, essa característica não foi incluída nas análises.

Tabela 2. Caracteres anatômicos foliares de espécies ocorrentes em uma área de savana amazônica no município de Nova Canaã do Norte/MT.

-
- 1- (CutEsp) - Cutícula espessa (acima de 30% em relação ao tamanho da célula epidérmica), ausente (0) presente (1);
 - 2- (CutDel) - Cutícula delgada, ausente (0) presente (1);
 - 3- (EpiEsp) - Epiderme com parede espessada, ausente (0) presente (1);
-

-
- 4- (EpiDel) - Epiderme com parede delgada, ausente (0) presente (1);
 - 5- (EpiReta) - Parede celular com contorno reto, ausente (0) presente (1);
 - 6- (EpiSinu) - Parede celular com contorno sinuoso, ausente (0) presente (1);
 - 7- (EpiPapi) - Epiderme papilosa, ausente (0) presente (1);
 - 8- (Sílica) - Sílica na epiderme, ausente (0) presente (1);
 - 9- (AdaAlta) - Epiderme adaxial com células altas, ausente (0) presente (1);
 - 10- (AdaBai) - Epiderme adaxial com células baixas, ausente (0) presente (1);
 - 11- (TricGlan) - Tricoma glandular, ausente (0) presente (1);
 - 12- (TricTec) - Tricoma tector, ausente (0) presente (1);
 - 13- (FolhaAnf) - Folhas anfiestomática, ausente (0) presente (1);
 - 14- (FolhaHip) - Folha hipoestomática, ausente (0) presente (1);
 - 15- (EspRestC) - Espaço restrito nas câmeras subestomáticas, ausente (0) presente (1);
 - 16- (CâmVol) - Câmeras subestomáticas volumosas, ausente (0) presente (1);
 - 17- (EstôAci) - Estômatos situados acima do nível das demais células epidérmicas, ausente (0) presente (1);
 - 18- (EstôMesm) - Estômatos situados no mesmo nível das demais células epidérmicas, ausente (0) presente (1);
 - 19- (EstôAbai) - Estômatos situados abaixo do nível das demais células epidérmicas, ausente (0) presente (1);
 - 20- (Cristas) - Cristas estomáticas, ausente (0) presente (1);
 - 21- (Cripta) - Cripta, ausente (0) presente (1);
 - 22- (Paliça +) - Parênquima paliçadico ocupando mais de 50% do mesofilo , ausente (0) presente (1);
 - 23- (Paliça -) -Parênquima paliçadico ocupando menos de 50% do mesofilo, ausente (0) presente (1);
 - 24- (Parênpal) - Células do parênquima paliçadico altas (parede anticlinal maior duas vezes o tamanho em relação a periclinal), ausente (0) presente (1);
 - 25- (FormComp) - Formação mais compacta do parênquima clorofiliano lacunoso, ausente (0) presente (1);
 - 26- (Dorsiven) - Mesofilo dorsiventral, ausente (0) presente (1);
 - 27- (Isobilat) - Mesofilo isobilateral, ausente (0) presente (1);
 - 28- (Hipoderm) - Hipoderme, ausente (0) presente (1);
-

-
- 29- (Esclereí) - Esclereídes, ausente (0) presente (1);
30- (Colênqui) - Colênquima, ausente (0) presente (1);
31- (FibVas) - Fibras vasculares, ausente (0) presente (1);
32- (FibExtra) - Fibras extravasculares, ausente (0) presente (1);
33- (Ráfide) - Ráfide, ausente (0) presente (1);
34- (Drusa) - Drusa, ausente (0) presente (1);
35- (BainhaEsc) - Feixe vascular envolvido por bainha esclerenquimática que se estende até a epiderme, ausente (0) presente (1).
-

Além disso, foram realizadas medições da nervura central e do mesofilo e quantificados os índices estomáticos e densidades estomáticas, com uma repetição de 12 imagens por espécie, realizado com auxílio do programa ANAT QUANT®. Ressalta-se que não foi apresentado índice estomático da face abaxial para *Macareia radula*, o que se explica pelo fato de sua epiderme ser extremamente papilosa, sendo impossível a observação dos estômatos a partir da dissociação e observação em microscopia de luz. Posteriormente, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Quando o teste F foi significativo, o fator espécie foi comparado pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Para a análise estatística dos dados foi utilizado o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

Resultados

Conforme consta no dendrograma (Fig. 2), formaram-se três grandes grupos e vários subgrupos. O primeiro grupo inclui cinco espécies (Fig. 2), a maioria com cutícula espessa (Figs. 6G), células epidérmicas com parede reta (Figs. 4C), epiderme papilosa (Figs. 7F, 7G), presença de sílica (Figs. 4C), folhas hipoestomáticas, estômato abaixo do nível das demais células epidérmicas (Fig. 7G), espaço restrito nas câmaras subestomáticas (Figs. 7D, 7G), drusas (Fig. 7C), parênquima paliçádico com células altas (Figs. 7G, 7I), colênquima (Figs. 6G) e fibras vasculares. De acordo com a PCA os caracteres que melhor explicaram esse agrupamento foram os estômatos abaixo do nível das demais células epidérmicas, espaço restrito na câmara subestomática e células adaxiais baixas (Fig. 3). Na PCA é possível observar que duas espécies desse grupo se mantêm distante das demais, *Alchornea discolor* e *Macairea radula*, o que se explica pelo fato delas compartilharem a maior parte das características em relação às outras espécies deste grupo.

O segundo grupo agrupou 15 espécies (Fig. 2). As características anatômicas compartilhadas pelas espécies desse grupo foram cutícula espessa (Figs. 6B, 7A), tricomas tectores (Figs. 6D, 6E, 6H), sílica (Figs. 5C, 5E), folhas hipoestomáticas (Figs. 5A-H), cristas estomáticas (Figs. 7E), estômatos no mesmo nível das demais células epidérmicas (Figs. 7B, 7D), espaço restrito nas câmaras subestomáticas (Figs. 7D), mesofilo dorsiventral (Figs. 7A, 7D, 7H), drusas, células do parênquima paliçádico altas (Figs. 7H, 7I), colênquima (Figs. 6B, 6I) e fibras vasculares (Figs. 7A, 7D). Na análise da PCA para o segundo grupo, as características que melhor explicaram este agrupamento foram estômatos no mesmo nível das demais células epidérmicas, cristas estomáticas, células adaxiais altas e mesofilo dorsiventral (Fig. 3).

O menor grupo dessa análise foi o terceiro (Fig. 2), o qual foi composto por apenas duas espécies: *Myrcia citrifolia* e *Pagamea thyrsiflora*. As características por elas compartilhadas foram cutícula espessa, tricomas tectores, sílica, estômato no mesmo nível das demais células epidérmicas, câmaras subestomáticas volumosas, mesofilo dorsiventral, células do parênquima paliçádico altas, células da face adaxial baixas, paliçádico ocupando mais de 50% do mesofilo e colênquima). As câmaras subestomáticas volumosas

foram as características mais marcante dessas espécies, e que as separou dos demais grupos. Na PCA (Fig. 3), nota-se que *Pagamea thyrsoiflora* ficou distante dos eixos e das demais espécies, o que se deu por esta compartilhar características restritas em relação a todas as outras espécies, como, por exemplo, a hipoderme e a ráfide. Essas apareceram apenas para três das 22 espécies e *Pagamea thyrsoiflora* apresentou as duas características.

Em destaque temos dois subgrupos, os quais pertencem ao segundo grande grupo, sendo formados por *Bredemeyera* sp. e *Kielmeyera rubriflora* e o outro por *Byrsonima* sp. e *Tachigali subvelutina* (Fig. 2). Nesses dois subgrupos as espécies compartilharam 99% das características analisadas neste trabalho.

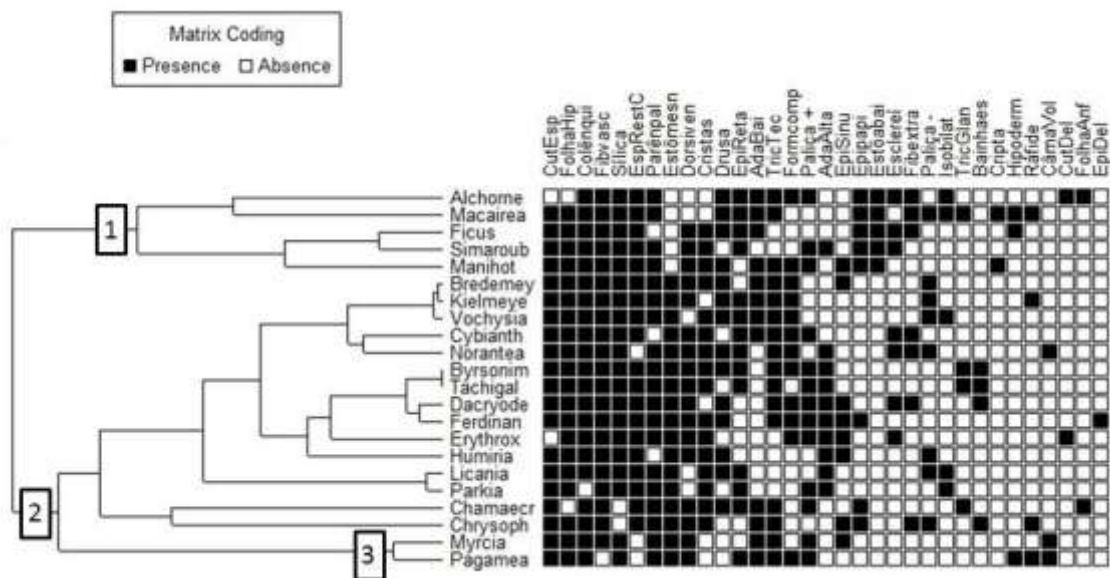


Figura 2. Dendrograma de Similaridade entre 22 espécies lenhosas, obtido por uma matriz de presença e ausência, de características anatômicas, utilizando o método de medidas ponderadas por grupo UPGMA, e o coeficiente de Sørensen. Legenda das espécies: *Alchornea discolor*, *Macareia radula*, *Ficus mathewsii*, *Simarouba versicolor*, *Manihot caerulescens*, *Bredemeyera* sp., *Kielmeyera rubriflora*, *Vochysia haenkeana*, *Cybianthus fulvopulverulentus*, *Norantea guianensis*, *Byrsonima* sp., *Tachigali subvelutina*, *Dacryodes microcarpa*, *Ferdinandusa chlorantha*, *Erythroxylum anguifugum*, *Humiria balsemifera*, *Licania apetala*, *Parkia cachimboensis*, *Chamaecrista* sp., *Chrysophyllum* sp., *Myrcia citrifolia*, *Pagamea thyrsoiflora*.

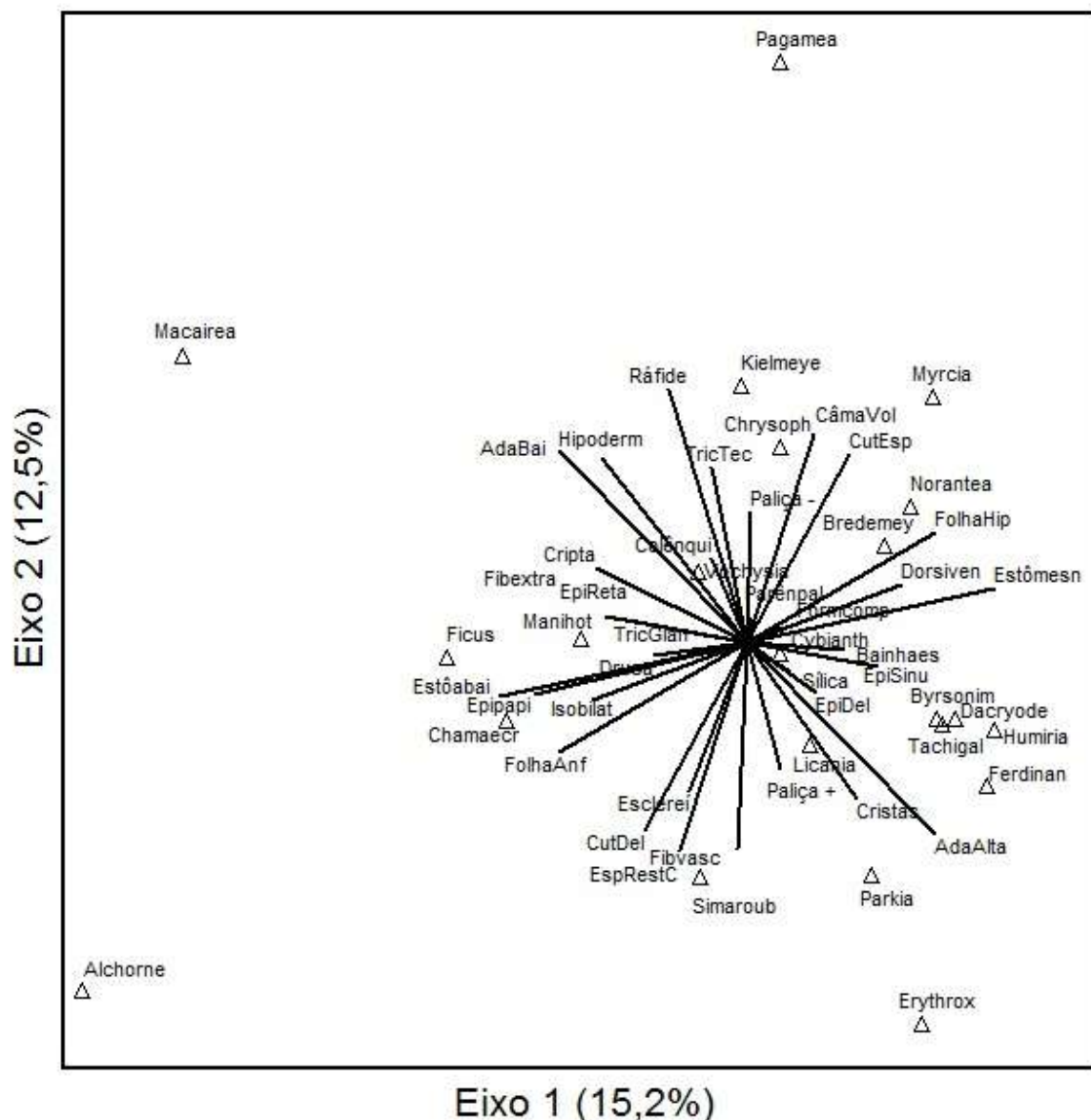


Figura 3. Análise de componentes principais (PCA) de 22 espécies lenhosas exclusivas de savana amazônica no município de Nova Canaã do Norte, no estado de Mato Grosso, em função da distribuição das características anatômicas. Símbolo Δ indica as espécies. Legenda: **CutEsp** – cutícula espessa, **FolhaHip** – folha hipoestomática, **Colênqui** – colênquima, **Sílica** – sílica, **EspRestC** – espaço restrito na câmara subestomática, **Parênpal** – parênquima paliçádico com células altas, **Estômesm** – estômato no mesmo nível das demais células epidérmicas, **Dorsiven** – mesofilo dorsiventral, **Cristas** – cristas estomáticas, **Drusas** – drusas, **EpiReta** – células epidérmicas com parede reta, **AdaBai** – células adaxiais baixas, **TricTec** – tricoma tector, **Formcomp** – formação compacta do parênquima clorofiliano lacunoso, **Paliça(+)** - paliçádico ocupando mais de 50% do mesofilo, **AdaAlta** – células adaxiais altas, **EpiSinu** – epiderme sinuosa, **Epipapi** – epiderme papilosa, **Estôabai** - estômato abaixo das demais células epidérmicas, **Esclerei** – esclereides, **Fibextra** – Fibras extravasculares, **Paliça(-)** – paliçádico ocupando menos de 50% do mesofilo, **Isobilat** – mesofilo isobilateral, **TricGlan** – tricomas glandulares, **Bainhaes** – bainha esclerenquimática se estendendo até a epiderme, **Cripta** – cripta,

Hipoderm – hipoderme, **Ráfide** – ráfide, **CâmVol** – câmara subestomática volumosa, **CutDel** – cutícula delgada, **FolhaAnf** – folha anfiestomática, **EpiDel** – epiderme delgada.

Dentre as análises anatômicas realizadas é possível observar as características adaptativas que essas 22 espécies apresentam. Observando o dendrograma (Fig. 2), é nítido que várias dessas características estiveram presentes na maioria das espécies, mostrando um padrão anatômico para essa flora.

As 17 características adaptativas que foram compartilhadas em $\geq 50\%$ das espécies foram: cutícula espessa, células epidérmicas da face adaxial baixa, tricomas tectores, sílica, epiderme com parede espessada e reta, folhas hipoestomáticas, cristas estomáticas, estômato no mesmo nível das demais células epidérmicas, espaço restrito nas câmaras subestomáticas, mesofilo dorsiventral, células do parênquima paliçádico altas, drusas, parênquima paliçádico ocupando mais de 50% do mesofilo, formação compacta do parênquima clorofiliano lacunoso, colênquima e fibras vasculares.

As outras 16 características adaptativas apareceram em menos de 50% das espécies estudadas, de forma que não serão aqui consideradas padrão para o ambiente de savana amazônica, sendo elas: cutícula delgada, epiderme delgada, epiderme com parede sinuosa, epiderme papilosa, células epidérmicas da face adaxial altas, tricomas glandulares, folhas anfiestomáticas, cripta, estômato abaixo no nível da epiderme, câmara subestomática volumosa, mesofilo isobilateral, paliçádico ocupando menos de 50% do mesofilo, bainha esclerenquimática, hipoderme, ráfide, esclereídes e fibras extravasculares.

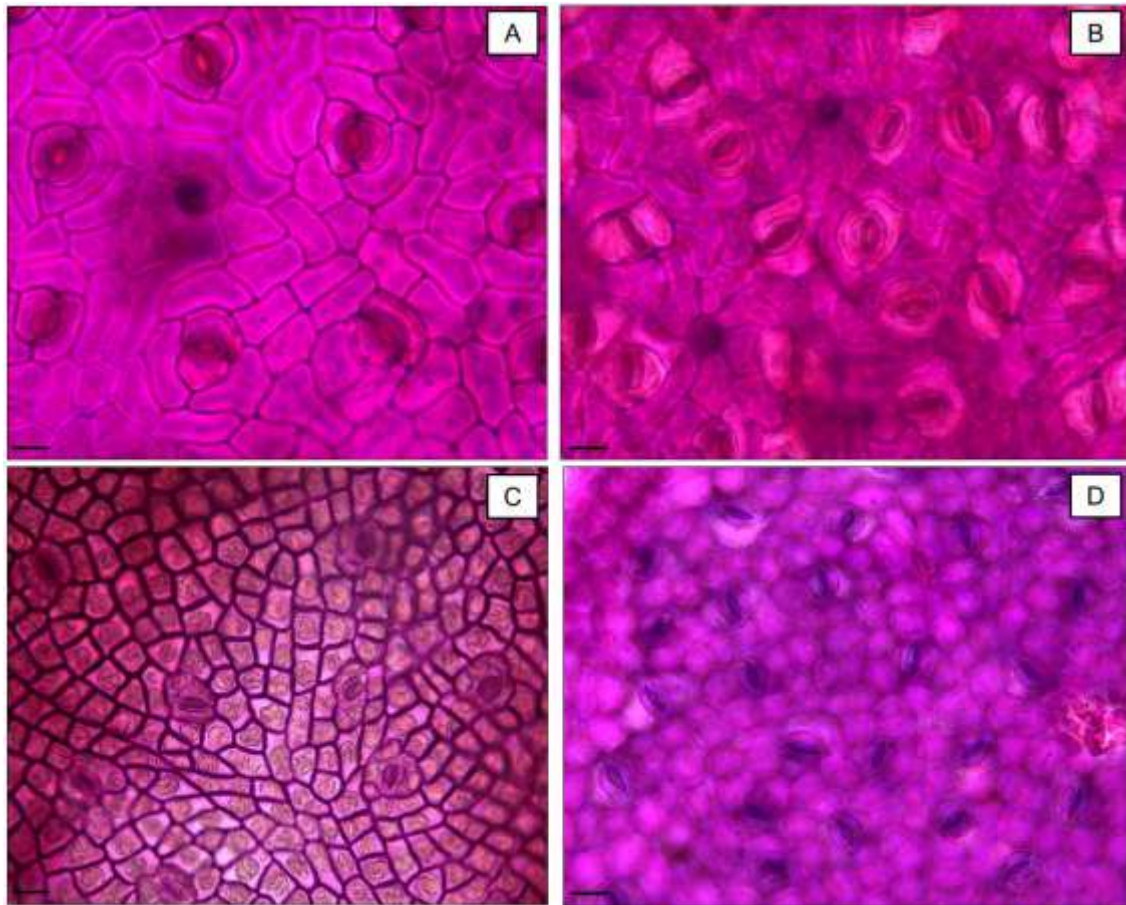


Figura 4A-D. Vista frontal das folhas anfiestomáticas de espécies lenhosas de savana amazônica mostrando: (A) face adaxial; (B) face abaxial de *Chamaecrista* sp. com células epidérmicas de contorno reto, parede espessada e nota-se cicatrizes de tricomas tectores; (C) face adaxial; (D) face abaxial de *Alchornea discolor* com células epidérmicas de contorno reto, parede espessada e presença de sílica. Barras: 40 μm .

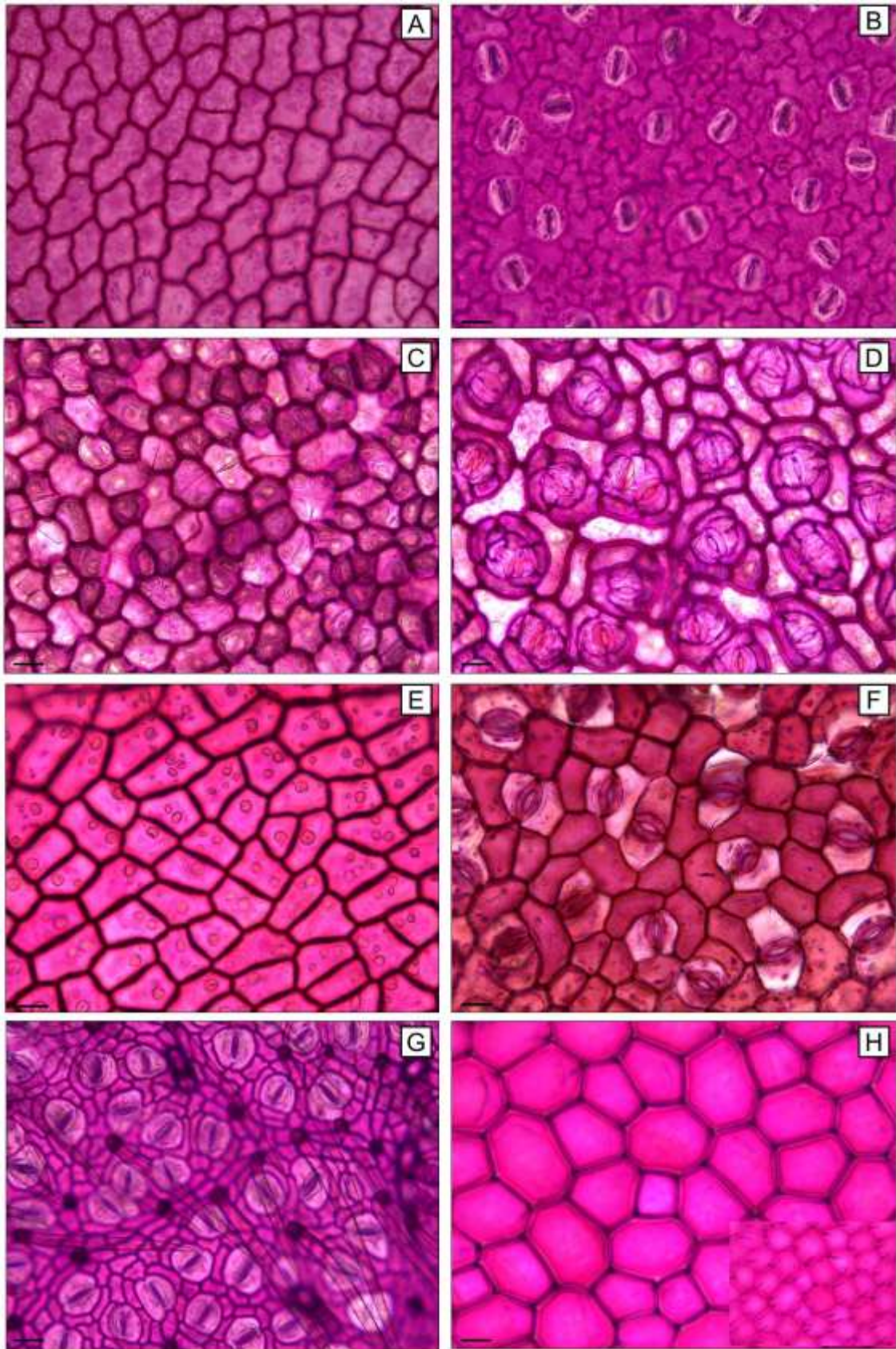


Figura 5A-H. Vista frontal de folhas hipoestomáticas de espécies lenhosas de savana amazônica mostrando: (A, B) face adaxial e abaxial de *Bredemeyera* sp. respectivamente, apresentando células epidérmicas de contorno sinuoso com paredes espessadas; (C, D) face adaxial e abaxial de *Humiria balsemifera*

respectivamente e (E, F) *Kielmeyera rubriflora*, evidenciando células epidérmicas com contorno reto com parede espessa e presença de sílica; (G) face abaxial de *Tachigali subvelutina*, evidenciando presença de tricomas tectores; (H) face adaxial de *Norantea guianensis*, mostrando células epidérmicas com paredes espessadas, de contorno reto e tricomas tectores. Barras: 40 µm.

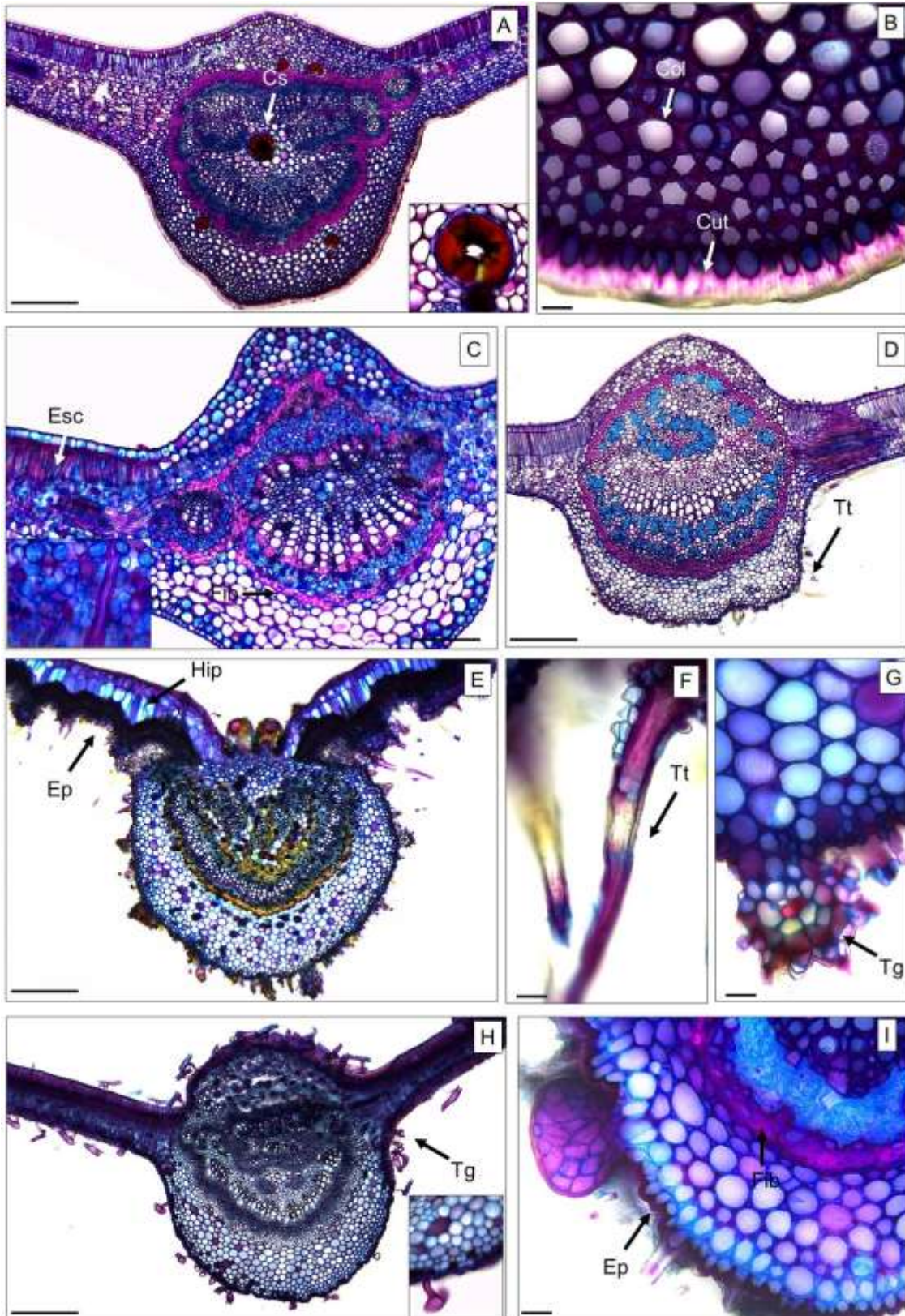


Figura 6A-I. Cortes transversais da lâmina foliar, mostrando as nervuras centrais das espécies lenhosas de savana amazônica: (A, B) *Cybianthus* cf. *fulvopulverulentus* com cutícula espessa, presença de colênquima angular e canais secretores; (C) *Erythroxylum* *anguifugu*, evidenciando os macroesclereídes (D) *Tachigali* *subvelutina*, com grande quantidade de tricomas tectores e fibras vasculares; (E, F, G) *Macairea* *radula*, mostrando epiderme papilosa e criptas na face abaxial e tricomas tectores e glandulares na face adaxial, cutícula espessa e hipoderme; (H) *Byrsonima* sp., evidenciando intensa presença de tricomas tectores e glandulares por toda lâmina foliar; (I) *Chamaecrista* sp., mostrando cutícula espessada, epiderme papilosa com tricomas tectores e glandulares, colênquima angular e fibras vasculares. Legendas: Cut – cutícula, Col – colênquima, Ep – epiderme papilosa, Esc – esclereídes, Fib – fibras vasculares, Hip – hipoderme, Tt – tricoma tector, Tg – tricoma glandular. Barras: 6A, 6C, 6D, 6E, 6H - 90 µm. 6B, 6F, 6G, 6I – 40 µm.

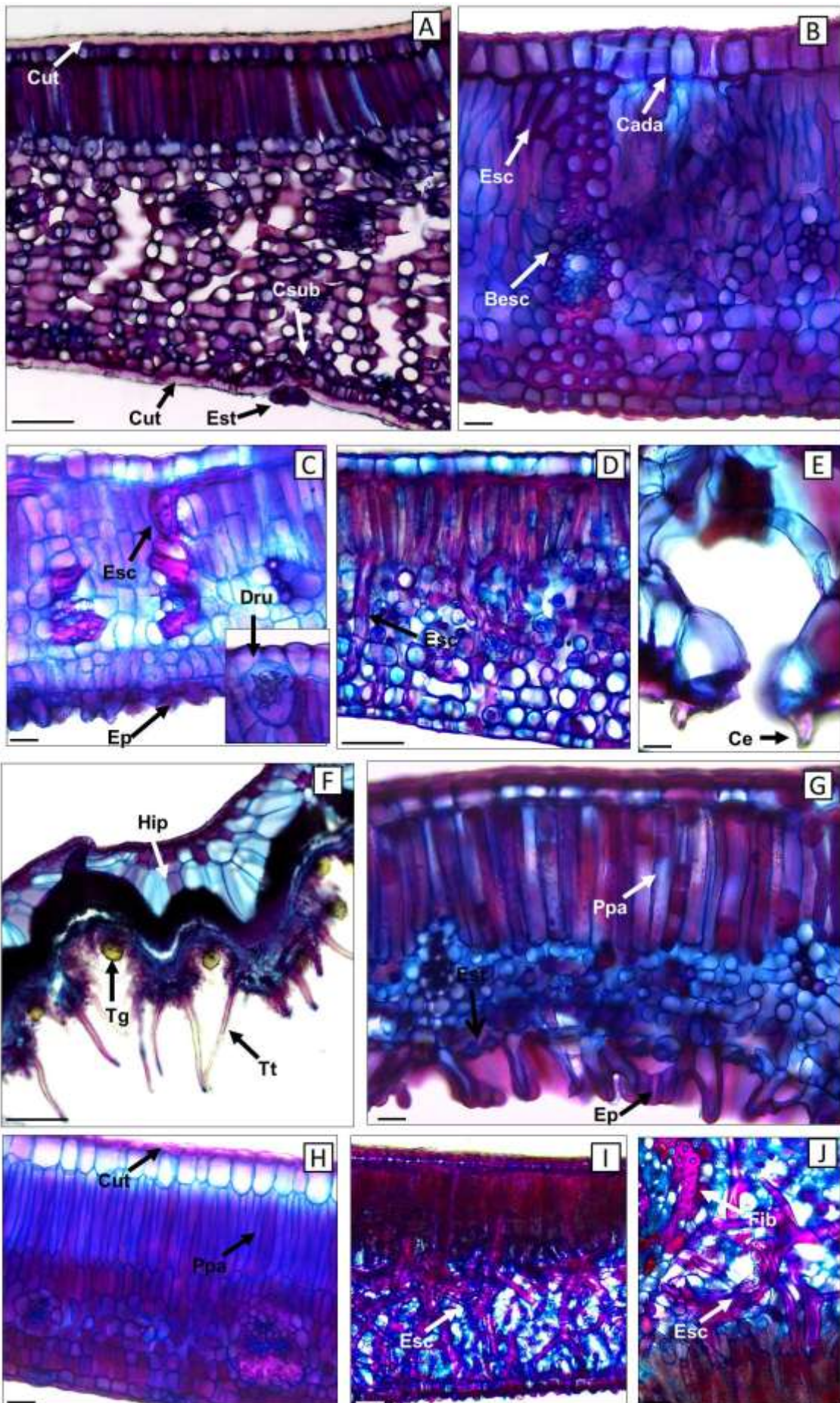


Figura 7A-J. Cortes transversais da lâmina foliar, de espécies lenhosas de savana amazônica: (A) *Cybianthus* cf. *fulvopulverulentus*, mostrando cutícula espessada em ambas as faces, estômato no mesmo nível das demais células epidérmicas com espaço restrito nas câmaras subestomáticas e mesofilo dorsiventral; (B) *Dacryodes microcarpa*, apresentando células da face adaxial altas, presença de macroesclereídes, feixes vasculares envolvendo bainha esclerenquimática que se estende até a epiderme; (C) *Alchornea discolor*, mostrando cutícula delgada, epiderme papilosa, mesofilo isobitaleral, presença de drusas e esclereídes; (D) *Erythroxylum anguifugum*, evidenciando mesofilo dorsiventral com macroesclereídes; (E) *Byrsonima* sp., mostrando cristas estomáticas; (F) *Macairea radula*, evidenciando epiderme abaxial papilosa, presença de tricomas tectores e glandulares, hipoderme e mesofilo isobilateral; (G) *Manihot caerulescens*, mostrando cutícula espessa em ambas as faces, epiderme abaxial papilosa, estômatos abaixo das células epidérmicas, criptas, mesofilo dorsiventral com parênquima paliçádico de células altas ocupando mais de 50%, e parênquima clorofiliano lacunoso com formação compacta; (H) *Parkia cachimboensis*, evidenciando cutícula espessa em ambas as faces, células adaxiais altas, mesofilo isobilateral com paliçádico ocupando mais de 50%; (I-J) *Simarouba versicolor*, mostrando epiderme papilosa, mesofilo dorsiventral preenchido por tricoesclereídes com presença de fibras extravasculares. Legendas: Besc – bainha esclerenquimática, Cut – cutícula, Cada – células adaxial altas, Ce – cristas estomáticas, Csub – câmara subestomática, Dru – drusas, Ep – epiderme papilosa, Est – estômato, Esc – esclereídes, Fib – fibras, Hip – hipoderme, Tt – tricoma tector, Tg – tricoma glandular, Ppa – parênquima paliçádico alto. Barras: 7A, 7D, 7F – 90 µm. 7B, 7C, 7E, 7G, 7H, 7I, 7J – 40 µm

As espécies variaram quanto às medidas, sendo que a espécie que apresentou a maior espessura da nervura central foi *Ficus mathewsii*, seguida por *Norantea guianensis*, *Humiria balsamifera* e *Cybianthus fulvopulverulentus* (Tab. 3). A maior espessura do mesofilo foi verificada em *Norantea guianensis*, seguida de *Ficus mathewsii*, *Cybianthus fulvopulverulentus* e *Humiria balsamifera* (Tab. 3).

Considerando as folhas hipoestomáticas, *Vochysia haenkeana* e *Chrysophyllum* sp. foram as espécies que apresentaram os maiores índices estomáticos. *Vochysia haenkeana* também apresentou a maior densidade de estômatos, tendo diferença notável em relação a *Dacryodes microcarpa* (Tab. 3). Para as folhas anfiestomáticas, *Chamacrista* sp. apresentou o maior índice estomático e densidade estomática, seguida por *Alchornea discolor* (Tab. 3).

Tabela 3. Nervura central (NC - μm), mesofilo (ME - μm), índice estomático (IE - %) e densidade estomática (DE - mm^2) da face abaxial e adaxial das espécies da região de savana amazônica.

Espécies	NC	ME	IE	DE	IE ¹	DE ¹
			Abaxial		Adaxial	
<i>A. discolor</i>	969 h	245 g	14,48 d	98,14 f	4,95 b	47,47 b
<i>Bredemeyera</i> sp.	801 i	359 e	21,25 c	178,49 e	0,00 c	0,00 c
<i>Byrsonima</i> sp.	1506 e	354 e	22,24 c	168,97 e	0,00 c	0,00 c
<i>Chamacrista</i> sp.	503 j	291 f	22,15 c	141,47 e	10,12 a	79,63 a
<i>Chrysophyllum</i> sp.	770 i	363 e	42,06 a	266,08 c	0,00 c	0,00 c
<i>C.fulvopulverulentus</i>	1752 d	566 c	15,67 d	158,88 e	0,00 c	0,00 c
<i>D. microcarpa</i>	912 h	287 f	30,65 b	367,73 b	0,00 c	0,00 c
<i>E. anguifugum</i>	1109 g	373 e	14,00 d	215,09 d	0,00 c	0,00 c
<i>Ferdinanduza</i> sp.	1446 e	296 f	22,02 c	233,16 d	0,00 c	0,00 c
<i>F. mathewsii</i>	2511 a	670 b	23,62 c	174,58 e	0,00 c	0,00 c
<i>H. balsamifera</i>	2021 c	511 d	23,10 c	181,39 e	0,00 c	0,00 c
<i>K. rubriflora</i>	1625 d	374 e	24,11 c	129,02 f	0,00 c	0,00 c
<i>L. apetala</i>	832 i	360 e	10,44 d	178,22 e	0,00 c	0,00 c
<i>M. radula</i>	1254 f	333 e	----	----	----	----
<i>M. caerulescens</i>	1309 f	220 g	34,09 b	106,05 f	0,00 c	0,00 c
<i>M. citrifolia</i>	1306 f	382 e	32,82 b	217,46 d	0,00 c	0,00 c
<i>N. guianensis</i>	2303 b	1063 a	14,76 d	81,74 f	0,00 c	0,00 c
<i>P. thyrsiflora</i>	1092 g	404 e	36,54 b	228,75 d	0,00 c	0,00 c
<i>P. cachimboensis</i>	401 j	279 f	24,37 c	236,13 d	0,00 c	0,00 c
<i>S. versicolor</i>	1312 f	482 d	11,87 d	183,03 e	0,00 c	0,00 c
<i>T. subvelutina</i>	1289 f	307 f	12,26 d	288,29 c	0,00 c	0,00 c
<i>V. haenkeana</i>	1396 e	400 e	43,55 a	485,46 a	0,00 c	0,00 c
CV (%)	13,53	15,82	21,13	24,50	6,92	29,45

¹Dados transformados para $(x + 0,5)^{0,5}$. ----Não foi possível a visualização em microscopia de luz.

Discussão

Os resultados deste estudo mostram que, considerando 34 características, as 22 espécies lenhosas estudadas possuem um conjunto bem definido de atributos anatômicos de plantas de ambiente xerófilo. Todas as características analisadas nesse trabalho são de grande importância para espécies que vivem nesses ambientes, mas apenas 17 dessas características foram consideradas como padrão para essa região de savana: cutícula espessa, epiderme com parede espessada e reta, presença de sílica na epiderme, tricomas tectores, folhas hipoestomáticas, cristas estomáticas, estômato no mesmo nível das demais células epidérmicas, espaço restrito nas câmaras subestomáticas, colênquima, fibras vasculares, mesofilo dorsiventral, presença de drusas, células da face adaxial baixas, células do parênquima paliçádico altas, paliçádico ocupando mais de 50% do mesofilo e formação compacta do parênquima clorofiliano lacunoso.

O conhecimento sobre a anatomia das plantas é essencial para o melhor entendimento das adaptações a um determinado ambiente. A estrutura e organização da lâmina foliar afetam os processos de regulação e os fluxos foliares de água e CO₂. Alterações no tamanho e na forma da lâmina foliar, bem como seu grau de xerofilia, são características que estão comumente associadas com a história de vida, distribuição da espécie e requerimentos de recursos pelas plantas (METCALFE e CHALK, 1950; EITEN, 1972; BIERAS e SAJO, 2009).

As espessuras das células epidérmicas podem variar em relação à intensidade luminosa (RAVEN *et al.*, 2000). Cao (2000), comparando a anatomia foliar de 12 espécies arbóreas em diferentes condições luminosas, constatou que, considerando a mesma espécie, as paredes das células epidérmicas da face adaxial apresentam maior espessura em folhas de sol em comparação às folhas de sombra. Rôças & Scarano (2001) também confirmaram esse comportamento, ao estudarem *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müller Arg. sob distintas condições de luminosidade; esses autores verificaram aumento na espessura da parede periclinal externa das células epidérmicas sob condições de maior luminosidade. Esse aumento da espessura pode desempenhar

importante papel na manutenção dos níveis ótimos de temperatura foliar, para efetivação dos processos fisiológicos da planta (DICKISON, 2000).

Todas as espécies apresentaram cutícula espessada, e acredita-se que essa característica esteja associada ao ambiente que sofre grande incidência luminosa e déficit hídrico. Cutícula espessa, parede celular epidérmica espessa e lignificada, desenvolvimento do parênquima paliçádico, projeções das paredes celulares, além da presença de cutina revestindo as câmaras subestomáticas, são estratégias adaptativas para ambientes xéricos (FAHN e CUTLER, 1992). A cutícula é constituída por substâncias lipídicas, como cera e cutina, e possui a função de reduzir a perda de vapor de água dos tecidos internos da folha para a atmosfera (BURGHARDT e RIEDERER, 2006; LARCHER, 2006). Quando ocorre o espessamento da cutícula aumenta a resistência à perda de água pela superfície foliar, otimizando o uso da água nessas plantas.

As espécies analisadas neste estudo são comuns em outras savanas distribuídas em todo o Brasil. E, dentro do Bioma Cerrado, existem vários estudos anatômicos relacionando caracteres importantes para as espécies superarem déficit hídrico e alta intensidade luminosa. Vários autores acreditam que a cutícula espessa e o número de camadas do mesofilo são plásticos, podendo diferir entre populações de espécies que colonizam locais com diferentes pressões ambientais (BIERAS e SAJO, 2009; ROSSATTO *et al.*, 2010; ARAÚJO *et al.*, 2010).

A maioria das espécies estudadas apresenta tricomas tectores, isso contribui para o aumento da espessura da camada que reveste a superfície foliar e, como consequência, diminui a perda de vapor de água dos estômatos para a atmosfera (FAHN e CUTLER, 1992; LARCHER, 2006; SOUZA, 2003). Adicionalmente, pode oferecer proteção contra herbivoria e ataque de patógenos (VALKAMA *et al.*, 2005).

O conjunto cutícula + tricomas parece proteger a folha contra o aquecimento e a radiação excessiva decorrentes das altas luminosidades que predominam em ambientes savânicos (COUTINHO, 2002). A alta luminosidade induz a síntese das camadas espessas de cutícula. Fahn e Cutter (1992) afirmam que isso ocorre em vegetação que vive em ambientes abertos.

Algumas espécies estudadas apresentam hipoderme e esta característica está relacionada ao armazenamento de água nos tecidos, contribuindo para restringir a transpiração, tendo assim funções adaptativas (METCALFE e CHALK, 1950; BIERAS e SAJO, 2009; ARAÚJO *et al.*, 2010).

Ferreira *et al.* (2015) realizaram estudo anatômico de 11 espécies lenhosas dominantes em áreas de savanas e as características de cutícula espessada, tricomas tectores, mesofilo dorsiventral e isobilateral, parênquima paliçádico bem desenvolvido, esclereídes, hipoderme, extensão da bainha de feixes, folhas hipoestomáticas e anfiestomáticas, estômatos no mesmo nível das demais células epidérmicas, cristas e cavidade secretora corroboram com esse trabalho, de tal maneira que reforçam a importância de se diagnosticar estes caracteres chaves comuns em plantas de região savânica.

Na área de savana estudada as espécies ficam totalmente expostas à luz e observa-se que estas investem claramente em tecidos fotossintetizantes como células do parênquima paliçádico altas e ocupando mais de 50% do mesofilo, bem como a formação compacta do parênquima clorofiliano lacunoso. Essas características foram observadas por diferentes autores em plantas expostas em altas intensidades luminosas (METCALFE, 1983; FAHN e CUTLER, 1992; DICKISON, 2000; TERASHIMA *et al.*, 2001; FERREIRA *et al.*, 2015). Além disso, parênquima clorofiliano paliçádico com células grandes, alongadas perpendicularmente e unidas também contribui para formar barreira de proteção contra a perda de água, corroborando com Dengler (2002). Do mesmo modo, as lâminas foliares das 22 espécies aqui estudadas, expostas a altas luminosidades, possuem um mesofilo espessado, com parênquima paliçádico bem desenvolvido. E formação compacta do parênquima clorofiliano lacunoso.

As folhas de algumas espécies estudadas apresentaram de bainha esclerenquimática se estendendo até a epiderme, característica comum a plantas de ambientes savânicos (FERREIRA, 2015). Tal característica facilita às plantas filtrar a luz incidente e transferi-la, enriquecida principalmente com os comprimentos de onda azul e vermelho do espectro luminoso, aumentando, portanto, a disponibilidade de luz na faixa fotossinteticamente ativa para as camadas mais internas do mesofilo, sendo este fenômeno mais acentuado em folhas compactas e grossas (KARABOURNIOTIS *et al.*, 2000).

Junior (2004) detectou que o número médio de estômatos por unidade de área apresentou variação nas folhas de *Guapira opposita*, quando foram comparadas a vegetação de restinga com a da Floresta Ombrófila Densa. A maior densidade estomática ocorreu nas folhas de sol de indivíduos da restinga e a menor densidade nas folhas de sombra de indivíduos da Floresta Ombrófila Densa. Os valores obtidos para a densidade estomática de *Guapira opposita* na Floresta Ombrófila Densa foram 125 mm² no outono-inverno e 126 mm² primavera-verão e, na restinga, 150 mm² no outono-inverno e 154 mm² na primavera-verão, correspondendo ao gradiente de intensidade luminosa existente entre as folhas. Assim, em condições de maior luminosidade, como na restinga, a densidade é maior, e em condições de menor luminosidade, como no interior da Floresta Ombrófila Densa, a densidade estomática é menor. Dessa forma, esses resultados corroboram com os encontrados neste trabalho, pois todas as espécies aqui estudadas apresentaram uma densidade estomática média de 250 mm², respondendo ao gradiente de maior luminosidade, quando comparado à densidade estomática encontrada na Floresta Ombrófila Densa.

O aumento da densidade estomática com a elevação da intensidade luminosa tem sido registrado por diversos autores (ALLARD *et al.*, 1991; ABRANS *et al.*, 1992; VIEIRA, 1995; CAO, 2000; DUZ, 2001). De acordo com Taiz & Zeiger (2004), através dos estômatos ocorre o fluxo de gás carbônico (CO₂) e de vapores de água, esse aumento da densidade estomática, em resposta a maior disponibilidade de luz, pode ser considerado uma adaptação que aumenta a captação de CO₂.

Os caracteres anatômicos aqui apresentados são de grande importância para espécies que vivem em ambientes de savana, demonstrando plasticidade e contribuindo para a proteção das folhas aos fatores bióticos e abióticos diversos a que estão sujeitas, garantindo assim a sobrevivência da espécie.

Os caracteres chaves que podem descrever a fitofisionomia de espécies lenhosas de savana amazônica são: cutícula espessa, epiderme com parede espessada e reta, presença de sílica na epiderme, tricomas tectores, folhas hipoestomáticas, cristas estomáticas, estômato no mesmo nível das demais células epidérmicas, espaço restrito nas câmaras subestomáticas, mesofilo dorsiventral, presença de drusas no mesofilo, células da face adaxial

baixa, células do parênquima paliçádico altas, paliçádico ocupando mais de 50% do mesofilo, formação compacta do parênquima clorofiliano lacunoso, presença de colênquima e fibras vasculares.

Conclusões

As espécies estudadas neste trabalho apresentam caracteres xeromórficos. Características como: cutícula espessa, epiderme com parede espessada e reta, presença de sílica na epiderme, tricomas tectores, folhas hipoestomáticas, cristas estomáticas, estômato no mesmo nível das demais células epidérmicas, espaço restrito nas câmaras subestomáticas, mesofilo dorsiventral, presença de drusas no mesofilo, células da face adaxial baixa, células do parênquima paliçádico altas, paliçádico ocupando mais de 50% do mesofilo, formação compacta do parênquima clorofiliano lacunoso, presença de colênquima e fibras vasculares, estão associados a estratégias adaptativas das plantas ao ambiente de savana amazônica.

Referência Bibliográfica

ABRANS, M. C.; KLOEPPEL, B.D. & KUBISKE, M.E. Ecophysiological and morphological responses to shade and drought in two contrasting ecotypes of *Prunus serotina*. **Tree Physiology**, Oxford, v. 10, p. 343-355, 1992.

ALLARD, G.; NELSON, C.J. & PALLARDY, S.G. Shade effects on growth of tall fescue: I. leaf anatomy and dry matter partitioning. **Crop Science**, Madison, v. 31, p. 163-167, 1991.

ARAÚJO, J.S.; AZEVEDO, A.A.; SILVA, L.C.; MEIRA, R.M.S.A. Leaf anatomy as an additional taxonomy tool for 16 species of Malpighiaceae found in the Cerrado area (Brazil). **Plant Systematics and Evolution**, [S.I.] v. 286, p. 117-131, 2010.

BARBOSA, R.I.; NASCIMENTO, S. P DO; AMORIM, P. A. F DE.; SILVA, R. F DA. Notas sobre a composição arbórea- arbustiva de uma fisionomia da savanas de Roraima, Amazônia Brasileira. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v.19, n. 2, p-323-329, 2005.

BARBOSA, R.I., CAMPOS, C.; PINTO, F.; FEARSIDE, P.M. The “Lavrados” of Roraima: biodiversity and Conservation of Brazil’s Amazonian Savannas. **Functional Ecosystems and Communities**, [S.I.] v.1, n.1, p.29-49, 2007.

BENEDETTI, U. G.; VALE, J. J. F.; SCHAEFER, C. E G. R.; MELO, V. F.; UCHÔA, S. C. P. Gênese, química e mineralogia de solos derivados de sedimentos pliopleistocênicos e de rochas vulcânicas básicas em Roraima, Norte Amazônico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 299-312, 2011.

BIERAS, A. C.; SAJO, M. G. Leaf structure of the cerrado (Brazilian savanna) woody plants. **Trees**, [S.I.] v. 23, p. 451-471, 2009.

BURGHARDT, M.; RIEDERER, M. Cuticular transpiration. **In:** Riederer, M.; Müller, C. (Ed.). *Biology of the Plant Cuticle*. Blackwell, Oxford, UK, p.292-311, 2006.

CAO, K.F. Leaf anatomy and chlorophyll content of 12 woody species in contrasting light conditions in a Bornean heath forest. **Canadian Journal of Botany**, [S.I.] v. 78, p. 1245-1253, 2000.

COSTA, F.R.C. Mesoscale gradients of herb richness and abundance in Central Amazonia. **Biotropica**, Lawrence v. 38, p. 711-717, 2006.

COUTINHO L. M. **O bioma cerrado**. Editora da Unesp, São Paulo, p. 77-91, 2002.

CRAWLEY, M.J. **Plant Ecology** (1997). Blackwell Science, Oxford.

DENGLER N. G. An integral part of botany. (Review of Integrative plant anatomy by W.C. Dickison). **American Journal of Botany**, [S.l.] v. 89, p.369-374, 2002.

DICKISON, W.C. **Integrative Pant Anatomy**. USA, Academic Press. 533 p. 2000.

DUZ, S. R. 2001. **Respostas de Crescimento de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica à variação na quantidade de luz**. Dissertação de Mestrado em Biologia Vegetal, Florianópolis, UFSC, 76p.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, [S.l.] v. 38, p. 201-341, 1972.

ENGEL, V. C.; STIEGLITZ, M.; WILLIAMS, M.; GRIFFIN, K. L. Forest canopy hydraulic properties and catchment water balance: observations and modeluing. **Ecological Modeling**, [S.l.] v. 154, n.3, p. 263-288, 2002.

FAHN, A.; CUTLER, D. F. **Xerophytes**. Encyclopedia of plant taxonomy. Berlin, Gebrüder Borntraeger. 1992, 176 p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, C. S.; CARMO, W. S.; GRACIANO-RIBEIRO, D.; OLIVEIRA, J. M. F.; MELO, R. B.; FRANCO, A. C. Anatomia da lâmina foliar de onze espécies lenhosas dominantes nas savanas de Roraima. **Revista Acta Amazonica**, Manaus, v. 45, n. 4, p. 337 – 346, 2015.

FUZETO, A.P. & LOMÔNACO, C. Potencial plástico de *Cabraela canjerana* subsp. *polytricha* (Adr. Juss.) Penn. (Meliaceae) e seu papel na formação de ecótipos em área de cerrado e vereda. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.23, p.169-176, 2000.

JUNIOR, P. C. P. F. **Anatomia ecológica comparada de folhas de *Guapira opposita* (Vell.) Reitz (Nyctaginaceae) na vegetação de restinga e na Floresta Ombrófila Densa**. 2004. 69 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

KARABOURNIOTIS G, BORNMAN JF, NIKOLOPOULOS D. A possible optical role of the bundle sheath extensions of some heterobaric leaves. **Plant Cell Environ**, [S.l.] v.23, p.423–430, 2000.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, A. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro, Seropédica. 1997.

LARCHER, W. 2006. **Ecofisiologia Vegetal**. São Paulo, RIMA, 550p.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD: multivariate analysis of ecological data**.version 6.0. Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.: MjM Software, 2011.

MENESES, M.E.N.S.; COSTA, M.L.; BEHLING, H. Late Holocene vegetation and fire dynamics from a savanna - forest ecotone in Roraima state, northern Brazilian Amazon. **Journal of South American Earth Sciences**, v.42, p. 17-26, 2013.

MIRANDA, I.S.; ABSY, M.L. Fisionomia das Savanas de Roraima. **Acta Amazonica**, Manaus, v.30, p.423-440, 2000.

MIRANDA, I.S. ALMEIDA, S.S.; DANTAS, P.J. Florística e estrutura de comunidades arbóreas em cerrados de Rondônia, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v.36, n.4, p.419-430, 2006.

METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem, and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses**, Vol. 2. Oxford: Clarendon Press, p.1500, 1950.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. Anatomy of Dicotyledons. **Clarendon Press.**, Oxford, v.2, 2 ed., p.297, 1983.

MORRETES, B.L.; FERRI, M.G. (1959) Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v.16, p. 7–70.

PESSOA, M. J. G. **Composição florística e estrutura da vegetação lenhosa de savanas sobre afloramentos rochosos na transição entre os biomas cerrado e Amazônia: Influências florísticas, edáficas e espaciais**. 2014. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta-MT, 2014.

PINHEIRO, P.S.; MELO, F.P. FERREIRA, F.F.; BUENO, P.A, 2001 **Estratégias adaptativas em plantas ao longo de um gradiente ambiental**. Ecologia do Pantanal: curso de campo, Campo Grande, MS: Ed. Oeste, 236p.

RATTER, J.M.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. 2002. Vegetation physionomies and woody flora of Cerrado biome. p 91-120. In: P.S. OLIVEIRA & R.J. MARQUIS. **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**: Columbia University Press, New York.

RATTER, J. A., BRIDGEWATER, S. & RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation iii: comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, [S.l.] v. 60, n.57-109, 2003.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICCHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 6. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara-Koogan S.A. 906 p. 2000.

RÔÇAS, G.; SCARANO, F.R. E BARROS, C.F. Leaf anatomical variation in *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg. (Euphorbiaceae) under distinct light

and soil water regimes. **Botanical Journal of the Linnean Society**, [S.l.] v. 136, p. 231-238, 2001.

ROESER, K. R. Die nadel der schwarzkiefer massenprodukt und kunstwerk dernatur. **Mikrokosmos**, [S.l.] v. 61, n. 2, p. 33-36, 1962.

ROSSATTO, D.R. & KOLB, R.M. *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera (Asteraceae) changes in leaf structure due to differences in light and edaphic conditions. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 24, n 3, p. 605-612, 2010.

SANAIOTTI, T.M.; MARTINELLI, L.A.; VICTÓRIA, R.L.; TRUMBORE, S.E.; CAMARGO, P.B. Past vegetation changes in Amazon Savannas determined using carbon isotopes of soil organic matter. **Biotropica**, Lawrence, v.34, n.1, p.2-16, 2002.

SOUZA, L. A. **Morfologia e Anatomia Vegetal: célula, tecidos, órgãos e plântula**. Ponta Grossa: Editora UEPG. 259 p. 2003.

SOUZA, A.P.; MOTA, L.L.; ZAMADEI, T.; MARTIM, C.C.; ALMEIDA, F.T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 01, n. 01, p.34-43, 2013.

SØRENSEN, T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. **Videnski Selsk. Biol. Skr.** v.5, p.1-34, 1948.

SUTCLIFFE, J. 1968. **Plants and Water**: St. Martin's Press, New York.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. 2004. **Fisiologia vegetal**. 4ª edição. Porto Alegre. Editora Artmed. 790 p.

TERASHIMA, I.; MIYAZAWA, S. I.; HANBA, Y. T. Why are sun leaves thicker than shade leaves? Consideration based on analyses of CO₂ diffusion in the leaf. **Journal Plant Research**, [S.l.] v.114, p.93-105, 2001.

TUOMISTO, H.; POULSEN, A. D.; RUOKOLAINEN, K.; MORAN, R. C.; QUINTANA, C.; CELI, J.; CAÑAS, G. Linking floristic patterns with soil heterogeneity and satellite imagery in Ecuadorian Amazonia. **Ecological Application**, [S.l.] v.13, p.352–371, 2003.

VALKAMA, E.; KORICHEVA, J.; SALMINEN, J.P.; HELANDER, M.; SALONIEMI, I.; SAIKKONEN, K.; PIHLAJA, K. Leaf surface traits: overlooked determinants of birch resistance to herbivores and foliar micro-fungi? **Trees**, [S.l.] v. 19, p.191-197, 2005.

VIA, S. & LANDE, R. Genotype-environment interactions and the evolution and the evolution of phenotypic plasticity. **Evolution**, [S.l.] v.39, p.505-522, 1985.

VIEIRA, R. C. Anatomia da folha de *Bauhinia radiata* Vell. em diferentes ambientes. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.38, p.63-107, 1995.

WOLDA, H. Similarity indices, sample size and diversity. **Oecologia**, v.50, p.296-302, 1981.

3. CONCLUSÕES GERAIS

Ao analisar as características morfológicas foliares de 34 espécies da comunidade de savana amazônica localizada em Nova Canaã do Norte observa-se que essas espécies possuem caracteres similares aos encontrados em estudos realizados em ambientes xéricos. De tal forma, é possível traçar um padrão morfológico para esses ambientes. A resposta do objetivo de extrapolar os caracteres morfológicos da comunidade de savana amazônica para outras comunidades com as mesmas características ambientais foi positiva.

O estudo anatômico de 22 espécies da flora de savana amazônica mostrou um padrão de caracteres anatômicos adaptativos, sendo eles: cutícula espessa, epiderme com parede espessada e reta, presença de sílica, tricomas tectores, folhas hipoestomáticas, cristas estomáticas, estômato no mesmo nível das demais células epidérmicas, espaço restrito nas câmaras subestomáticas, mesofilo dorsiventral, presença de drusas no mesofilo, células da face adaxial baixa, células do parênquima paliçádico altas, paliçádico ocupando mais de 50% do mesofilo, formação compacta do parênquima clorofiliano lacunoso, colênquima e fibras vasculares. Esses caracteres são comuns em espécies de ambientes xéricos, sendo possível concluir que isso ocorre pelo fato desses ambientes possuírem características ambientais semelhantes.