

ANA PAULA RAMOS ARIANO

**COMPARAÇÃO ANATÔMICA DE ESPÉCIES
VEGETAIS OCORRENTES EM TRÊS
FITOFISIONOMIAS NO ESTADO DE MATO GROSSO,
BRASIL**

Dissertação de Mestrado

ALTA FLORESTA-MT

2015

	ANA PAULA RAMOS ARIANO	Diss. MESTRADO	PPGBioAgro 2015
--	------------------------	----------------	-----------------



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



ANA PAULA RAMOS ARIANO

**COMPARAÇÃO ANATÔMICA DE ESPÉCIES
VEGETAIS OCORRENTES EM TRÊS
FITOFISIONOMIAS NO ESTADO DE 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

ALTA FLORESTA-MT

2015

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

A696c Ariano, Ana Paula Ramos

Comparação anatômica de espécies vegetais ocorrentes em
três fitofisionomias no estado de Mato Grosso, Brasil. / Ana
Paula Ariano Ramos. Alta Floresta-MT, 2015.
75 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas
Amazônicos) – Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias da
Universidade do Estado de Mato Grosso.
Orientadora: Profa. Dra. Ivone Vieira da Silva.

1. Anatomia ecológica. 2. Fatores ambientais. 3. Savana amazô-
nica. 4. Cerrado Rupestre de Transição. 5. Cerradão. I. Título.

CDD 581.7

COMPARAÇÃO ANATÔMICA DE ESPÉCIES VEGETAIS OCORRENTES EM TRÊS FITOFISIONOMIAS NO ESTADO DE MATO GROSSO, BRASIL

Ana Paula Ramos Ariano

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: 25/02/2015

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

Profa. Dra. Ana Aparecida Bandini Rossi
UNEMAT/ PPGBioAgro

Profa. Dra. Mayra Teruya Eichenberg
UDESC/ZOOTECNIA

DEDICATÓRIA

Ao meu amado esposo Eriberto Oliveira Müller, com amor.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Mestre, pelo amparo, guarnição e por estar sempre ao meu lado nos momentos que mais precisei.

À professora Dra. Ivone Vieira da Silva, primeiramente pela amizade, assim como pela paciência, envolvimento, compreensão e sobretudo por toda atenção dispensada com sua orientação concisa em todos os momentos. O bem só sabe é quem recebe.

Ao professor Dr. Pedro V. Eisenlohn, pelo auxílio na utilização do programa para os testes estatísticos.

Ao professor Msc. Marcos José Gomes Pessoa, pelo grande auxílio nas coletas das espécies.

Ao professor Dr. Oscar, do laboratório de sementes, pela gentileza de permitir o uso da estufa.

Aos colegas do Laboratório de Biologia Vegetal, Cleonete Ferreira de Araújo, Norberto Gomes Ribeiro Júnior; Marcos José Gomes Pessoa; Priscila Simioni, Diene Larocca, Odair de Souza Fagundes e Priscila Gonchoroski, pelo auxílio nos procedimentos metodológicos e principalmente pelos bons momentos vivenciados juntos.

Ao Diego, secretário do PPGBioAgro, pela presteza no atendimento sempre que solicitei.

À todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, pelos ensinamentos.

Aos meus pais, meus irmãos, avós e amigos, pela motivação e confiança que me transmitiram durante estes dois anos.

À memória da minha avó Ivanilde Maria Prado Ramos, pelo amor e carinho.

Em especial, ao meu esposo Eriberto Oliveira Müller, pelo respeito, por todo o auxílio dispensado, compreensão e paciência nos momentos de minha ausência, necessários para dedicação à escrita deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE SIGLAS (ou de ABREVIATURAS).....	ix
RESUMO GERAL	x
GENERAL ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	14
1.1. A biodiversidade brasileira	14
1.2. As regiões biogeográficas de Mato Grosso.....	14
1.3 A anatomia ecológica	16
1.4 As espécies em estudo	17
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20
3. CAPÍTULOS.....	23
3.1 COMPARAÇÃO ANATÔMICA DE SETE ESPÉCIES VEGETAIS OCORRENTES EM TRÊS FITOFISIONOMIAS NO ESTADO DE MATO GROSSO, BRASIL	23
Introdução	26
Material e métodos.....	28
Área de estudo	28
Coleta de dados	29
Estudo anatômico.....	29
Resultados	31
Discussão.....	49
Conclusões.....	55
Referências bibliográficas	56
3.2 ESTUDO DE CASO: CONTRIBUIÇÕES AO ESTUDO DA ANATOMIA ECOLÓGICA DA ESPÉCIE <i>Qualea parviflora</i> Mart. OCORRENTE EM TRÊS FITOFISIONOMIAS NO ESTADO DO MATO GROSSO, BRASIL.....	60

Introdução	62
Material e métodos.....	63
Resultados	64
Discussão.....	68
Conclusão	70
Referências bibliográficas	72
CONCLUSÕES GERAIS.....	74

LISTA DE TABELAS

TABELAS

Página

3. CAPÍTULOS

3.1 COMPARAÇÃO ANATÔMICA DE SETE ESPÉCIES VEGETAIS OCORRENTES EM TRÊS FITOFISIONOMIAS NO ESTADO DE MATO GROSSO, BRASIL

Tabela 1. Caracteres anatômicos foliares da epiderme das sete espécies em estudo em três fitofisionomias: Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos no município de Nova Canaã do Norte/MT (SAR), Cerrado Rupestre de Transição no município de Ribeirão Cascalheira/MT (CRT) e Cerradão no município de Nova Xavantina/MT (CDA).45

Tabela 2. Caracteres anatômicos do mesofilo foliar das sete espécies em estudo em três fitofisionomias: Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos no município de Nova Canaã do Norte/MT (SAR), Cerrado Rupestre de Transição no município de Ribeirão Cascalheira/MT (CRT) e Cerradão no município de Nova Xavantina/MT (CDA).46

Tabela 3. Análise multivariada das características anatômicas das espécies estudadas, nas fitofisionomias: Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (SAR), Cerrado Rupestre de Transição (CRT) e Cerradão (CDA) 47

Tabela 4. Análise multivariada de Tukey das espécies estudadas nas fitofisionomias de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (SAR), Cerrado Rupestre de Transição (CRT) e Cerradão (CDA), quanto a espessura da nervura central (Esp. Nc), espessura do mesofilo (Esp. Me), espessura da epiderme (Esp. Epi), espessura do feixe vascular (Esp. Fv), índice estomático (I. est) e densidade estomática (D. est).48

LISTA DE FIGURAS

3. CAPÍTULOS

3.1 COMPARAÇÃO ANATÔMICA DE SETE ESPÉCIES VEGETAIS OCORRENTES EM TRÊS FITOFISIONOMIAS NO ESTADO DE MATO GROSSO, BRASIL

Figura 1. Localização das três áreas em estudo no Estado de Mato Grosso: Nova Canaã do Norte, Ribeirão Cascalheira e Nova Xavantina. Fonte: Instituto Centro de Vida (2014).....28

Figura 2. A-C. Vista frontal da face adaxial das folhas de *Qualea parviflora*, D-F. *Aspidosperma macrocarpon*, G-I. *Vochysia rufa* e J-L. *Emmotum nitens* da fitofisionomia de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (A, D, G e J, respectivamente), da fitofisionomia de Cerrado Rupestre de Transição (B, E, H e K, respectivamente) e da fitofisionomia de Cerradão (C, F, I e L, respectivamente). Ct-Célula basal dos tricomas).31

Figura 3. A-C. Vista frontal da face adaxial das folhas de *Vatairea macrocarpa*, D-F. *Anacardium occidentale* e G-I. *Myrcia splendens* da fitofisionomia de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (A, D e G, respectivamente), da fitofisionomia de Cerrado Rupestre de Transição (B, E e H, respectivamente) e da fitofisionomia de Cerradão (C, F e I, respectivamente).32

Figura 4. A-C. Vista frontal da face abaxial das folhas de *Qualea parviflora*, D-F. *Vatairea macrocarpa*, G-I. *Anacardium occidentale* e J-L. *Vochysia rufa* da fitofisionomia de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (A, D, G e J, respectivamente), da fitofisionomia de Cerrado Rupestre de Transição (B, E, H e K, respectivamente) e da fitofisionomia de Cerradão (C, F, I e L, respectivamente). (Est-estômatos).....34

Figura 5. A-C. Aspectos anatômicos da folha de *Qualea parviflora* e D-F. *Vatairea macrocarpa* em secção transversal da região de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (A e D, respectivamente), de Cerrado Rupestre de Transição (B e E, respectivamente) e do Cerradão (C e F, respectivamente). (Cut-cutícula, Cp-células parenquimáticas, Fv-feixe vascular, Est-estômato, Pp-parênquima paliçádico e Pl-parênquima lacunoso).....35

Figura 6. A-D. Aspectos anatômicos da folha de *Anacardium occidentale*, E-G. *Aspidosperma macrocarpon* e H-L. *Vochysia rufa* em secção transversal da fitofisionomia de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (A, E e H, respectivamente), de Cerrado Rupestre de Transição (B, C, F e I, respectivamente) e do Cerradão (D, G e J, respectivamente). (Cut-cutícula, Ep-células epidérmicas, Fv-feixe vascular, Est-estômato, Tri-tricomas, Pp-parênquima paliçádico e Pl-parênquima lacunoso).....38

Figura 7. A-C. Aspectos anatômicos da folha de *Emmotum nitens* e D-F. *Myrcia splendens* em secção transversal da fitofisionomia de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (A e D, respectivamente), de Cerrado Rupestre de Transição (B e E, respectivamente) e do Cerradão (C e F, respectivamente). (Cut-cutícula, Ep-

células epidérmicas, Fv-feixe vascular, Est-estômato, Pp-parênquima paliçádico e Pl-parênquima lacunoso).....40

Figura 8. A-C. Aspectos anatômicos da nervura da folha de *Qualea parviflora*, D-F. *Vatairea macrocarpa* e G-I. *Anacardium occidentale* em secção transversal da fitofisionomia de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (A, D e G, respectivamente), de Cerrado Rupestre de Transição (B, E e H, respectivamente) e do Cerradão (C, F e I, respectivamente). (Col-Colêquima, Xi-xilema, Flo-floema, Esc-esclerênquima, Tri-tricomias, Cn-Canais secretores e Cm-Canais de Mucilagem). ..41

Figura 9. A-C. Aspectos anatômicos da nervura da folha de *Aspidosperma macrocarpon* e D-F. *Vochysia rufa* em secção transversal da fitofisionomia de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (A e D, respectivamente), de Cerrado Rupestre de Transição (B e E, respectivamente) e do Cerradão (C e F, respectivamente). (Xi-xilema, Flo-floema, Esc-esclerênquima, Tri-tricomias, Braq-braquiesclereídes e Cn-canais secretores).42

Figura 10. A-C. Aspectos anatômicos da nervura da folha de *Emmotum nitens* e D-F. *Myrcia splendens* em secção transversal da fitofisionomia de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (A e D, respectivamente), de Cerrado Rupestre de Transição (B e E, respectivamente) e do Cerradão (C e F, respectivamente). (Tri-tricomias, Xi-xilema, Flo-floema, Esc-esclerênquima e Co-colênquima).....43

LISTA DE SIGLAS (ou de ABREVIATURAS)

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

MT Mato Grosso.

HERBAM Herbário da Amazônia Meridional.

UNEMAT Universidade do Estado de Mato Grosso.

FAA Formalina, Álcool etílico e Ácido acético.

SAR Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos.

CRT Cerrado rupestre de transição.

CDA Cerradão.

RESUMO GERAL

ARIANO, Ana Paula Ramos. Msc. Universidade do Estado de Mato Grosso, Fevereiro de 2015. **Comparação anatômica de espécies vegetais ocorrentes em três fitofisionomias no Estado de Mato Grosso, Brasil.** Orientadora: Profa. Dra. Ivone Vieira da Silva.

As folhas são órgãos vegetativos que expressam uma variedade de caracteres morfológicos e anatômicos influenciados principalmente por fatores climáticos, edáficos e bióticos. Diante disso, este estudo teve por objetivo analisar a estrutura anatômica foliar de sete espécies vegetais de três fitofisionomias no Estado de Mato Grosso, identificando as possíveis diferenças estruturais e relacionando-as com as condições ambientais de cada região das quais estão inseridas. As amostras foliares de cada espécie foram coletadas nas três fitofisionomias: Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (SAR) no município de Nova Canaã do Norte/MT, Cerrado Rupestre de Transição (CRT) no município de Ribeirão Cascalheira/MT e no Cerradão (CDA) localizado no município de Nova Xavantina/MT. 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. As ilustrações foram obtidas por meio do capturador de imagens, acoplado ao fotomicroscópio Leica DMLB, com o auxílio do programa Leica IM50. Para a dissociação das superfícies foliares as amostras foram coradas com fucsina básica. As folhas de *Qualea parviflora*, *Anacardium occidentale* e *Aspidosperma macrocarpon* da fitofisionomia de CRT apresentaram células epidérmicas relativamente menores, já nas amostras de *Vatairea macrocarpa*, *Emmotum nitens* e *Myrcia splendens* foram maiores, mais espessadas e lignificadas. As espécies *Anacardium occidentale* e *Aspidosperma macrocarpon* apresentaram células adaxiais menores em relação as abaxiais apenas na fitofisionomia de CRT, mas possuiu paredes epidérmicas bem mais espessadas que nas demais fitofisionomias. Nas amostras de SAR, as paredes das células epidérmicas de *Vochysia rufa* apresentaram-se ligeiramente menores que nas demais fitofisionomias, porém mais espessadas. As paredes das células epidérmicas apresentaram maior sinuosidade nas amostras de CDA em *Vatairea macrocarpa* e *Anacardium occidentale*. A presença de sílica foi observada apenas nas células epidérmicas da fitofisionomia de SAR nas amostras de *Vatairea macrocarpa* e em *Aspidosperma macrocarpon* e *Myrcia splendens* apenas nas amostras de CRT. Tricomas tectores foram observados em *Qualea parviflora* apenas na superfície adaxial nas amostras de SAR, em ambas as faces em amostras de CRT e apenas na superfície abaxial em amostras de CDA. Em *Aspidosperma macrocarpon* os tricomas tectores estão presentes em ambas as faces apenas nas amostras de CRT. Os feixes vasculares de *Qualea parviflora* possui periciclo com paredes de células mais espessadas em amostras de SAR. Estão mais espessadas nas amostras de *Anacardium occidentale* nas fitofisionomias de SAR e CRT. E em *Vatairea macrocarpa* com maior espessamento em amostras de CDA. Canais secretores foram observados no centro da nervura em *Vatairea macrocarpa*, *Vochysia rufa* e *Anacardium occidentale*, sendo que este último em menor quantidade nas amostras de CDA. Foi observado que nas duas faces de *Aspidosperma macrocarpon* ocorreu maior quantidade de braquiesclereides nas amostras de SAR. As três fitofisionomias apresentaram diferenças significativas ($F_{17,198}=462.3$, R^2 ajustado = 97.33%, $p < 0.0001$). As amostras da região de SAR

e CRT apresentaram características indicadoras de xeromorfismo, como espessamento das paredes epidérmicas e da cutícula, presença de tricomas, esclerênquima e periciclo das células com paredes espessadas. A fitofisionomia de CDA apresentou características de ambientes mesomórficos, como cutícula delgada e paredes das células epidérmicas menos espessadas.

Palavras-chave: Anatomia ecológica, fatores ambientais, Savana Amazônica, Cerrado Rupestre de Transição, Cerradão.

GENERAL ABSTRACT

ARIANO, Ana Paula Ramos. Msc. University of Mato Grosso State, 2015 February. **Anatomical comparison of plant species occurring in three phytophysiognomies in the Mato Grosso State, Brazil.** Advisor: Prof. Ivone Vieira da Silva, Ph.D.

The leaves are vegetative organs that express a variety of morphological and anatomical characters influenced, mainly, by climatic, edaphic and biotic factors. Therefore, this study aimed to analyze the anatomical foliar structure of seven plant species from three phytophysiognomies in Mato Grosso State, identifying the possible structural differences between them and relating it to the environmental conditions of each region in which they are inserted. The foliar samples from each species were collected in three phytophysiognomies: Amazon Savanna on rocky outcrops (ASR) in the municipality of Nova Canaã do Norte/MT, Rupestrian Cerrado of Transition (RCT) in the municipality of Ribeirão Cascalheira/MT and Cerradão (CDA) located in the municipality of Nova Xavantina/MT. The samples were fixed in FAA₅₀, stored in alcohol 70%, and then they were cut freehand with a razor blade and stained with astra blue and basic fuchsin. The images were obtained by an image capture equipment coupled to the light microscope Leica DMLB, with the help of the Leica IM50 program. For the dissociation of the foliar surfaces, the samples were stained with basic fuchsin. The *Qualea parviflora*, *Anacardium occidentale* and the *Aspidosperma macrocarpon* leaves, from the RCT phytophysiognomy, presented epidermal cells relatively smaller, in contrast to the *Vatairea macrocarpa*, *Emmotum nitens* and *Myrcia splendens* leaves, which presented bigger, thickened and lignified epidermal cells. In the RCT region, the *A. occidentale* and the *A. macrocarpon* species presented smaller adaxial cells in relation to the abaxial, but presented thickened epidermal walls compared to the other phytophysiognomies. In the samples of the ASR, *Vochysia rufa* presented epidermal cell walls slightly smaller than in other phytophysiognomies, nevertheless, thicker. The walls of the epidermal cells presented higher sinuosity in the *Vatairea macrocarpa* and *Anacardium occidentale* in the samples from the CDA. The presence of silica was found in the samples of the ASR phytophysiognomy only in epidermal cells of the *Vatairea macrocarpa* samples and in the RCT it was found only in the *Aspidosperma macrocarpon* and *Myrcia splendens* samples. Trichomes were found in *Qualea parviflora* only on the adaxial surface in samples from the ASR, on both sides in samples from the RCT, and only on the abaxial surface in samples from the CDA. In *Aspidosperma macrocarpon* trichomes are found on both sides only in samples from the RCT. The vascular bundles of *Qualea parviflora* have pericycle with thickened cell wall in samples from the ASR. They are more thickened in the samples of *Anacardium occidentale* of the SAR and CRT phytophysiognomies. In *Vatairea macrocarpa* samples from the CDA, they present a larger thickening. Secretory canals were noticed in the center of the rib in *Vatairea macrocarpa*, *Vochysia rufa* and *Anacardium occidentale* samples, and in a lesser amount in the *Anacardium occidentale* samples from the CDA. It was found a larger amount of brachysclereids on both sides of *Aspidosperma macrocarpon* in the samples of the ASR. The three phytophysiognomies showed significant differences ($F_{17,198}=462.3$, R^2 adjusted = 97.33%, $p < 0.0001$). The samples from the ASR and RCT phytophysiognomies

presented characteristics of xeromorph, as thickening of the epidermal walls and cuticle, the presence of trichomes, sclerenchyma and pericycle with thick cell walls. The CDA phytophysiognomy presented characteristics of mesomorphic environments, such as a thin cuticle and a less thickened epidermal cell wall.

Keywords: Ecological anatomy, environmental factors, Amazon Savanna, Rupestrian Cerrado of Transition, Cerradão.

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. A biodiversidade brasileira

O patrimônio natural brasileiro apresenta grande importância para a conservação da biodiversidade global, devido à sua extensão territorial, à diversidade e ao endemismo de espécies, ao patrimônio genético e à heterogeneidade ecossistêmica de seus biomas (Assunção e Felfili, 2004).

O Brasil é o maior país da América do Sul, sendo a nação com a maior diversidade de espécies no mundo, com seis biomas terrestres e três grandes ecossistemas marinhos, além de pelo menos 103.870 espécies de animais e 43.020 espécies vegetais atualmente conhecidas no país (MMA, 2011). O mais rico dentre os países de megadiversidade, segundo relatório da Conservation International: Mittermeier et al., (1997), o Brasil conta com pelo menos 10% a 20% do número total de espécies do planeta. Tem, por exemplo, a flora mais diversa, com 50 a 56 mil espécies descritas de plantas superiores ou 20 a 22% do total mundial.

O Brasil é considerado megadiverso porque possui um patrimônio genético incomparável nos seus mais ricos ecossistemas. Em se tratando de flora, Giulietti e Forero (1990) consideram o Brasil como país de flora mais rica do globo com cerca de 60.000 espécies. Este fato está, certamente, relacionado a vasta extensão territorial, diversidade climática, edáfica e geomorfológica, produzindo como resultado final uma grande diferenciação vegetal.

1.2. As regiões biogeográficas de Mato Grosso

O Estado de Mato Grosso, com seu vasto espaço territorial, está caracterizado por três regiões biogeográficas; a amazônica, o cerrado e o pantanal - diferenciados, tanto pela estrutura, como pelas espécies e densidade de indivíduos por hectare, ostentando uma situação privilegiada, no que se refere a potencialidade dos recursos naturais (Fachim e Guarim, 1995).

Neste estudo serão abordadas apenas três fitofisionomias: a região de Savana Amazônica que corresponde a uma área de savana dentro do Bioma Amazônia e as regiões de Cerradão e Cerrado Rupestre de Transição que são fitofisionomias do Bioma Cerrado.

O Cerrado está localizado basicamente no planalto central do Brasil e é o segundo maior Bioma da América do Sul, superado apenas pela Floresta Amazônica. Abrange uma área aproximada de 2 milhões de km², correspondendo a 22% do território nacional (Farias et al., 2002). Por ocorrer ao longo de uma ampla faixa latitudinal está submetido a diferenças de clima, relevo e de solos, além de apresentar uma grande variedade de fitofisionomias e uma alta diversidade vegetal (Oliveira e Ratter, 2002).

Em cada hectare de cerrado pode-se encontrar até 400 espécies diferentes de plantas. O cerrado também é berço de importantes fontes aquíferas para o país e para o continente, bacias como a do Paraguai/Paraná e São Francisco nascem no cerrado, além de importantes afluentes da Bacia Amazônica (Carvalho, 2007)

O cálculo de ocupação do Cerrado brasileiro varia bastante e depende basicamente da inclusão ou não das regiões de transição existentes nas bordas da porção central do Bioma (Machado et al., 2004). Além disso, existem encraves de vegetação de cerrado em outras fitofisionomias, como as áreas de cerrado de Roraima, Amapá, Amazonas, Rondônia, Pará, Bahia e sul do Estado de São Paulo e Paraná.

Fisionomicamente, o Cerrado é caracterizado por vegetação tipicamente savânica, com menor ocorrência de formações florestais e campestres (Ribeiro e Walter, 2008).

O Cerrado Rupestre diferencia-se das demais fitofisionomias por ocorrer em solos rasos e com presença de afloramentos rochosos. Os solos são classificados como Neossolo Litólicos, onde as plantas se fixam nas fendas entre as rochas, ocasionando acúmulo e decomposição de matéria orgânica e maior deposição de areia resultante do intemperismo das rochas (Ribeiro e Walter, 2008). Estudos de Reatto et al., (1998) corroboram com estes dados, afirmando que as áreas de cerrado rupestres possuem solos litólicos e afloramentos rochosos e ocupa cerca de 7,3% dos mais de 2,0 milhões de km² ocupados pelo bioma. As manchas disjuntas de cerrado dispersas na floresta úmida nos Estados do Amapá, Amazonas, Pará e Roraima são conhecidas como Savanas Amazônicas (Prance, 1996).

As Savanas Amazônicas apresentam menor endemismo e diversidade de espécies em relação ao cerrado contínuo, porém existem espécies compartilhadas

por estas duas fitofisionomias (Prance, 1987). 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).

A palavra “cerrado” também pode ser utilizada para expressar estes ambientes do norte amazônico, pois define fitofisionomias estabelecidas no Bioma do Cerrado brasileiro com grandes semelhanças na estrutura e organização da paisagem. Entretanto, as savanas do norte amazônico são formações fitoecológicas disjuntas do cerrado do Brasil Central com funcionamento e florística diferentes (Ratter et al., 2003). Assim sendo, os termos lavrados, cerrado e savana podem ser usados para identificar a paisagem de vegetação aberta situada nos limites internacionais do Brasil, Guiana e Venezuela (Barbosa et al., 2007).

1.3 A anatomia ecológica

Em anatomia vegetal, os estudos direcionados a compreensão da influência dos fatores ambientais na estrutura das plantas são geralmente incluídos numa categoria a parte, denominada anatomia ecológica (Denardi, 2004).

Apesar da diversidade vegetal ser interpretada, frequentemente, por informações resultantes de levantamentos florísticos e fitossociológicos (Nunes-Freitas, 2004), diversos autores tem apontado que dados morfológicos e anatômicos também podem mostrar os padrões de diversidade existentes num dado ecossistema e o seu potencial adaptativo (Barros et al., 2006).

Segundo Baas (1973), os fatores ambientais e principalmente os climáticos, exercem grande influência sobre a estrutura anatômica e morfologia das plantas. A curto prazo, estes fatores podem atuar somente sobre a variação fenotípica e a longo prazo, no processo seletivo de evolução. A atuação dá-se com o favorecimento de características anatômicas melhor adaptadas funcionalmente, as quais acabam por fixar-se nas populações.

Da mesma forma, Givnish (1984) afirma que as características anatômicas das plantas são grandemente influenciadas pelos fatores ambientais,

estando associadas principalmente com o regime de luz, quantidade de chuva, tipo de solo e altitude.

Estudos anatômicos têm mostrado uma grande variação na estrutura foliar de espécies lenhosas do cerrado, principalmente em resposta as variações da incidência luminosa (Marques et al., 2000), ao conteúdo de nutrientes no solo e aos efeitos da sazonalidade (Justo et al., 2005).

Alguns estudos já têm demonstrado diferenças entre espécies do cerrado e de mata em características funcionais foliares relacionadas à produtividade, como área foliar específica e concentração de nutrientes foliares (Hoffmann et al., 2005).

A epiderme, que reveste a folha é um sistema de células com variações em estruturas e funções (Fahn, 1978). Por estar em contato direto com o ambiente, a epiderme pode apresentar modificações estruturais como resposta aos fatores ambientais o que torna esse tecido relevante (Cutter, 1978).

Os estômatos podem ocorrer em todas as partes aéreas das plantas, mas são mais abundantes nas folhas (Peat e Fitter, 1994). Diversos estudos relacionam distribuição, densidade, condutância estomática, dimensões dos estômatos e taxa de transpiração com parâmetros ambientais, tais como umidade relativa, temperatura do ar e intensidade de luz (Ferris e Taylor, 1994).

Caracteres morfológicos foliares, tais como margem, base, ápice, forma, tamanho e relação comprimento/largura do limbo, entre outros, também podem sofrer alterações provocadas pelo ambiente (Denardi, 2004). A relação entre ambiente e o tamanho das folhas, todavia, é a melhor característica compreendida de todas: o tamanho do limbo decresce com a redução da temperatura média anual, da duração da estação de crescimento, da precipitação pluviométrica corrente, bem como em solos pobres em nutrientes, tais como os arenosos (Wolfe, 1993).

1.4 As espécies em estudo

O presente estudo analisou sete espécies: *Qualea parviflora* Mart., *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke, *Anacardium occidentale* L., *Aspidosperma macrocarpon* Mart., *Vochysia rufa* Mart., *Emmotum nitens* (Benth.) Miers. e *Myrcia splendens* (Sw.) DC. Todos os representantes das sete espécies foram encontrados nas três fitofisionomias do Estado de Mato Grosso aqui estudadas, sendo elas:

Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos, Cerrado Rupestre de Transição e Cerradão.

Qualea parviflora Mart. (Vochysiaceae) não é endêmica do Brasil, mas possui distribuição geográfica nas regiões do Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, com domínios fitogeográficos na Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica (Flora do Brasil, 2014). É uma espécie arbórea que apresenta alta densidade em formações vegetais do cerrado (Barreira et al., 2002). Faz parte da família Vochysiaceae A. Saint-Hilaire e da ordem Myrtales (APG III, 2009).

Vatairea macrocarpa (Benth.) Ducke não é uma espécie endêmica do Brasil, possui distribuição geográfica nas regiões do Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, porém seus domínios fitogeográficos estão localizados apenas nos biomas Amazônia e Cerrado. Possui vários nomes populares, dentre eles “pau-roxo” como conhecido no Sudeste e sucupira-preta como conhecida no Centro-Oeste (Flora do Brasil, 2014). A espécie pertence à família Fabaceae Lindley e a ordem Fabales (APG III, 2009).

Anacardium occidentale L., de acordo com a Flora do Brasil (2014) é conhecida popularmente como cajueiro, caju ou caju anão, possui distribuição geográfica nas regiões do Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, porém não é uma espécie endêmica do Brasil. Possui domínios fitogeográficos na Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal, abrangendo assim os tipos de vegetações Caatinga *stricto sensu*, Cerrado, Restinga e Savana Amazônica (Flora do Brasil, 2014). De acordo com o sistema filogenético de classificação A. *occidentale* é da família da Anacardiaceae R. Brown e da ordem Sapindales.

Aspidosperma macrocarpon Mart. não é endêmica do Brasil e ocorre nas regiões, Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e também o Sul. Possui domínios fitogeográficos na Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e tipos de vegetação como Caatinga, Carrasco, Cerrado, Floresta ciliar ou de galeria, Floresta estacional decidual e semidecidual e Restinga (Flora do Brasil, 2014). *A. macrocarpon* é da família Apocynaceae Jussieu e da ordem Gentianales (APG III, 2009).

Vochysia rufa Mart. é uma espécie endêmica do Brasil e sua distribuição geográfica se dá apenas no Centro-Oeste e no Sudeste, sendo seu domínio fitogeográfico apenas do bioma cerrado (Flora do Brasil, 2014). Faz parte da família Vochysiaceae A. Saint-Hilaire e a ordem Myrtales (APG III, 2009).

Emmotum nitens (Benth.) Miers. à família Icacinaceae Miers e ordem Garryales (APG III, 2009). É conhecida popularmente como faia, sendo espécie endêmica do Brasil. Possui distribuição geográfica nas regiões do Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste. Os domínios fitogeográficos apresentam-se na Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, com tipos de vegetações em Campo limpo, Campo Rupestre e Cerrado (Flora do Brasil, 2014).

Myrcia splendens (Sw.) DC. produz frutos de dispersão zoocórica (Torezan-Silingardi, 2002) é conhecida como guamirim ou folha-miúda e tem ampla distribuição desde o México até o Sul do Brasil (Moraes e Lombardi, 2006). Porém de acordo com o Flora do Brasil (2014) é endêmica do Brasil, possuindo distribuição geográfica em diversas regiões, Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e também o Sul. Possui domínios fitogeográficos na Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal e abrangem vários tipos de fitofisionomias como Campo rupestre, Cerrado, Floresta ciliar ou de galeria, Floresta de terra firme, Floresta estacional perenifólia, Floresta estacional semidecidual e Floresta ombrófila. A espécie pertence à família Myrtaceae Jussieu e ordem Myrtales (APG III, 2009).

Considerando a importância de estudos anatômicos em diferentes fitofisionomias, especialmente se relacionados com os aspectos ecológicos, este trabalho teve como objetivo: comparar a estrutura anatômica foliar de *Qualea parviflora* Mart., *Anacardium occidentale* L., *Emmotum nitens* (Benth.) Miers, *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke, *Aspidosperma macrocarpon* Mart., *Vochysia rufa* Mart. e *Myrcia splendens* (Sw.) DC. ocorrentes em três fitofisionomias do Estado de Mato Grosso, identificando as possíveis diferenças estruturais existentes e relacionando-as com as condições ambientais de cada fitofisionomia das quais estão inseridas: Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos, Cerrado Rupestre de Transição e Cerradão.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Disponível em: <www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/> Acesso em: 18 jul. 2014. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105-121. 2009.

ASSUNÇÃO, S. L.; FELFILI, J. M. Fitossociologia de um fragmento de cerrado *sensu stricto* na APA do Paranoá, DF, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 18, n. 4, p. 903-909. 2004.

BAAS, P. The wood anatomical range in *Ilex* (Aquifoliaceae) and its ecological and phylogenetic significance. **Blumea**, v. 21, p. 193-258. 1973.

BARBOSA, R. I.; CAMPOS, C.; PINTO, F.; FEARNSIDE, P. M. The “Lavrados” of Roraima: Biodiversity and Conservation of Brazil's Amazonian Savannas. **Functional Ecosystems and Communities**, v. 1, p. 30-42. 2007.

BARREIRA, S.; SCOLFORO, J. R. S.; BOTELHO, S. A.; MELLO, J. M. Estudo da estrutura da regeneração natural e da vegetação adulta de um cerrado *sensu stricto* para fins de manejo florestal. **Scientia Florestalis**, v. 61, p. 64-78. 2002.

BARROS, C. F.; MARCON-FERREIRA, M. L.; CALLADO, C. H.; LIMA, H. R. P.; CUNHA, M.; MARQUETE, O.; COSTA, C. G. Tendências ecológicas na anatomia da madeira de espécies da comunidade arbórea da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 57, n. 3, p. 443-460. 2006.

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 plioleustocênicos e de rochas vulcânicas básicas em Roraima, Norte Amazônico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 299-312. 2011.

CARVALHO, J. D. V. **Cultivo de Flores do Cerrado**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. 2007.

CUTTER, E. G. **Plant Anatomy: Experiment and Interpretation**. Part 1: Cells and tissues. 2. ed. London, William Clowes & Sons, Limited. 315 p., 1978.

DENARDI, L. **Estudo anatômico do lenho e morfologia foliar de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K) Berg, em duas regiões do Rio Grande do Sul**. 2004. 94 p. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 2004.

FACHIM, E.; GUARIM, V. L. M. S. Conservação da biodiversidade: Espécies da flora de Mato Grosso. **Acta Botânica Brasílica**, v. 9, n. 2, p. 281-287. 1995.

FAHN, A. **Anatomia Vegetal**. Madri, H. Blume, Ediciones. 643 p. 1978.

FARIAS, R.; ALVES, E. R.; MARTINS, R. C.; BARBOZA, M. A.; ZANENGA-GODOY, R.; SILVA, J. B.; SILVA, R. R. **Caminhando pelo Cerrado: plantas herbáceo-**

arbustivas caracteres vegetativos e organolépticos. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2002.

FERRIS, R.; TAYLOR, G. Stomatal Characteristics of four Native Herbs Following Exposure to Elevated CO₂. **Annals of Botany**, v. 7, p. 447-453.1994.

FLORA DO BRASIL. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>> Acesso em: 16 jul. 2014.

GIULIETTI, A. M.; FORERO, E. "Work shop" Diversidade taxonômica das Angiospermas Brasileiras. **Acta Botânica Brasílica**, v. 4, n. 1, p. 3-10. 1990.

GIVNISH, T. J. Leaf and canopy adaptations in tropical forests. In: E. Medina; H.A. Mooney & C. Vasques-Yanes (eds.). 1984. **Physiological ecology of plants in the wet tropics**. Dr. W. Junk Publishers, The Hague, p. 51-84.

HOFFMANN, W. A.; FRANCO, A. C.; MOREIRA, M. Z.; HARIDASAN, M. Specific leaf area explains differences in leaf traits between congeneric savanna and forest trees. **Functional Ecology**, v. 19, p. 932-940. 2005.

JUSTO, C. F.; SOARES, A. M.; GAVILANES, M. L.; CASTRO, E. M. Leaf anatomical plasticity of *Xylopia brasiliensis* Sprengle (Annonaceae). **Acta Botânica Brasílica**, v. 19, n. 1, p. 111-123. 2005.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Brasília, relatório técnico não publicado. Conservação internacional. 2004.

MARQUES, A. R.; GARCIA, Q. S.; PASSOS R. J. L.; FERNANDES, G. W. Variations in leaf characteristics of two species of *Miconia* in the Brazilian cerrado under different light intensities. **Tropical Ecology**, v. 41, p. 47-56, 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Quarto Relatório Nacional para a Convenção Sobre Diversidade Biológica: Brasil**. Biodiversidade 38. Brasília: MMA, 248 p. 2011.

MITTERMEIER, R. A., GIL, P. R.; MITTERMEIER, C. G. **Megadiversity: Earth's Biologically Wealthiest Nations**. Mexico: CEMEX, Agrupación Sierra Madre, 1997.

MORAES, P. O.; LOMBARDI, J. A. A família Myrtaceae na reserva particular do patrimônio natural da Serra do caraça, Catas Altas, Minas Gerais, Brasil. **Lundiana**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 3-32. 2006.

NUNES-FREITAS, A. F. **Bromélias da Ilha Grande**: variação inter-habitats na composição, riqueza e diversidade da comunidade. 2004. 230 f. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

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

PEAT, H. J.; FITTER, A. H. A comparative study of the distribution and density of stomata in the British flora. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 52, p. 377-93.1994.

PRANCE, G. T. **Biogeography of neotropical plants**. In: Biogeography and quaternary history in tropical America, 1987, New York (T.C. Whitmore & G.T. Prance, eds.). Oxford University Press, New York, 1987. p. 46-65.

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

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**, v. 1, p. 57-109. 2003.

REATTO, A., CORREIA, J. R.; SPERA, S. T. **Solos do Bioma do Cerrado: aspectos pedológicos**. In Cerrado: ambiente e flora, 1998, Planaltina. (S.M. Sano & S.P. Almeida, eds.). Embrapa/CPAC, Planaltina, 1998. p. 47-86.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. In Cerrado: ecologia e flora, 2008, Planaltina. (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds.). EMBRAPA-CPAC, Planaltina, 2008. p. 151-212.

TORENZAN-SILINGARDI, H. M. **Ecologia de reprodução de *Myrsiarostrate* DC e *Myrsia tomentosa* (Aubl.) DC (Myrtaceae) em Uberlândia, Minas Gerais**, 87 p. 2002.

WOLFE, J. A. A method of obtaining climatic parameters from leaf assemblages. U. S. **Geological Survey Bulletin**, 71 p. 1993.

3. CAPÍTULOS

3.1 COMPARAÇÃO ANATÔMICA DE SETE ESPÉCIES VEGETAIS OCORRENTES EM TRÊS FITOFISIONOMIAS NO ESTADO DE MATO GROSSO, BRASIL

Resumo – (Comparação anatômica de sete espécies vegetais ocorrentes em três fitofisionomias no Estado de Mato Grosso, Brasil.). Este estudo teve como objetivo comparar a estrutura anatômica foliar de sete espécies vegetais de três fitofisionomias do Estado de Mato Grosso, relacionando as possíveis diferenças estruturais com as condições ambientais de cada região: Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (SAR), Cerrado Rupestre de Transição (CRT) e Cerradão (CDA). 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. A dissociação das superfícies foliares foi realizada pelo método de Jeffrey modificado e as amostras foram coradas com fucsina básica. As amostras da fitofisionomia de CRT apresentaram células epidérmicas mais volumosas, com paredes mais espessadas e maior quantidade de tricomas em relação às amostras de SAR e CDA. Nas fitofisionomias de SAR e CRT foi observado maior presença de sílica, periciclo dos feixes vasculares com paredes celulares mais espessadas, maior quantidade de canais secretores e braquiesclereides. As amostras de CDA apresentaram paredes das células epidérmicas com maior sinuosidade, com parede das células menos espessadas, cutícula delgada e menor presença de tricomas. Os caracteres anatômicos das amostras das três fitofisionomias apresentaram diferenças significativas ($F_{17,198}=462.3$, R^2 ajustado = 97.33%, $p < 0.0001$). As amostras da fitofisionomia de SAR e CRT, portanto apresentaram características indicadoras de xeromorfismo, como o espessamento das paredes das células epidérmicas e da cutícula, presença de tricomas, esclerênquima e periciclo com células de paredes espessadas. A fitofisionomia de CDA apresentou características de ambientes mesomórficos, tais como cutícula delgada, células epidérmicas com paredes menos espessadas e menor quantidade de tricomas.

Palavras-chave: Anatomia ecológica, Fatores ambientais, Savana Amazônica, Cerrado Rupestre de Transição, Cerradão.

Abstract - (Anatomical comparison between seven plant species found in three phytophysiognomies in Mato Grosso State, Brazil). This study aimed to compare the anatomical foliar structure of seven plant species from three phytophysiognomies in Mato Grosso State, relating the possible structural differences to the environmental conditions of each region: Amazon Savannah on rocky outcrops (ASR), Rupestrian Cerrado of Transition (RCT) and Cerradão (CDA). The samples were fixed in FAA₅₀, stored in alcohol 70%, and then they were cut freehand with a razor blade and stained with astra blue and basic fuchsin. The dissociation of the foliar surfaces was performed by the modified method Jeffrey and the samples were stained with basic fuchsin. In comparison with the samples from CDA and ASR phytophysiognomies, the samples from the RCT phytophysiognomy presented bulkier epidermal cells, with thicker cell walls and larger amount of trichomes. In the ASR and RCT phytophysiognomies it was noticed a larger presence of silica, pericycle of the vascular bundles with thicker cell walls, a larger amount of secretory canals and brachysclereids. The samples from the CDA presented greater sinuosity in the walls of the epidermal cells, less thick wall cells, thin cuticle and lower presence of trichomes. The anatomical characters of the samples of the three phytophysiognomies showed significant differences ($F_{17,198}=462.3$, R^2 adjusted = 97.33%, $p < 0.0001$). The samples from the ASR and RCT phytophysiognomies presented characteristics of xeromorph, as the thickening of the walls of the epidermal cells and cuticle, the presence of trichomes, sclerenchyma and pericycle

with thick cell walls. The phytophysiognomies from CDA presented characteristics of mesomorphic environments, such as thin cuticle, epidermal cells with less thick walls and smaller amount of trichomes.

Keywords: Ecological anatomy, environmental factors, Amazon savanna, Rupestrian Cerrado of Transition, Cerradão.

Introdução

A variedade de biomas reflete a enorme riqueza da flora brasileira. O Brasil abriga a maior biodiversidade do planeta, sendo que esta abundante variedade de vida se traduz em mais de 20% do número total de espécies da Terra, o que eleva o Brasil ao posto de principal nação entre os 17 países de maior biodiversidade (MMA, 2014a).

Depois do bioma Amazônia que é a maior formação vegetal tanto em extensão, quanto a diversidade de espécies, o bioma Cerrado é considerado como a segunda maior formação vegetal brasileira em extensão, ao qual possui uma das mais ricas e diversas floras do mundo, com cerca de 11.627 espécies vasculares de plantas superiores nativas (Mendonça et al., 2008), além de ampla variação regional na composição florística (Ratter et al., 2003) e de um elevado número de espécies endêmicas (Machado et al., 2004).

Considerado como um dos hotspots mundiais de biodiversidade, o Cerrado apresenta abundância de espécies endêmicas e sofre uma excepcional perda de habitat. Do ponto de vista da diversidade biológica, o Cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo (MMA, 2014b).

A fitofisionomia Cerrado Rupestre apresenta flora com alto grau de endemismo (Alves e Kolbek, 2010), várias espécies ameaçadas de extinção, tais como *Duguetia lanceolata*, *Rollinia laurifolia*, *Vernonanthura diffusa*, *Myroxylon peruiferum*, *Nectandra cissiflora*, *Persea pyrifolia* dentre outras (Mendonça e Lins, 2000) e pode ocorrer em trechos contínuos, mas geralmente em mosaicos com outras formações vegetais (Ribeiro e Walter, 2008).

A fitofisionomia Savana Amazônica trata-se de um enclave de vegetação savânica (típica do Bioma Cerrado) que ocorre no interior do Bioma Amazônia que constitui uma composição peculiar distribuída por toda a bacia Amazônica (Barbosa et al., 2007).

O acelerado processo de ocupação territorial do Estado de Mato Grosso, com o avanço de suas fronteiras agrícolas e, fortalecimento dos setores produtivos, tem exercido um forte impacto sobre o meio ambiente, não só em decorrência das atividades extrativistas, mas, também, daquelas originárias da intensificação do uso do solo, atingindo os ecossistemas e conseqüentemente a variabilidade de espécies, levando-as à extinção (Fachim e Guarim, 1995).

A anatomia foliar constitui uma importante ferramenta para a identificação das espécies e sobretudo para o entendimento da inter-relação entre as espécies e o ambiente ao qual estão inseridas. Para autores como Metcalfe e Chalk (1983), o crescimento e a organização da lâmina foliar são altamente influenciados por fatores ambientais como a temperatura, a intensidade de luz e a disponibilidade de água.

Como a folha é um dos órgãos mais expostos do vegetal, sendo influenciada diretamente pelas variações climáticas e ambientais, apresenta grande importância para a análise anatômica e ecológica de uma espécie (Boeger et al., 2006). Desta forma este estudo tem como objetivo comparar a estrutura anatômica foliar de *Qualea parviflora* Mart., *Anacardium occidentale* L., *Emmotum nitens* (Benth.) Miers, *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke, *Aspidosperma macrocarpon* Mart., *Vochysia rufa* Mart. e *Myrcia splendens* (Sw.) DC. ocorrentes em três fitofisionomias do Estado de Mato Grosso, identificando as possíveis diferenças estruturais existentes e relacionando-as com as condições ambientais de cada fitofisionomia das quais estão inseridas: Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos, Cerrado Rupestre de Transição e Cerradão.

Dessa forma, estudos ecológicos, taxonômicos, morfológicos, anatômicos, químicos, entre outros, com plantas do Cerradão, Cerrado Rupestre de transição e a Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos contribuem sobremaneira a compreensão das plantas da região e ainda oferecem suporte ao conhecimento nativo destas regiões já ameaçadas.

Material e métodos

Área de estudo

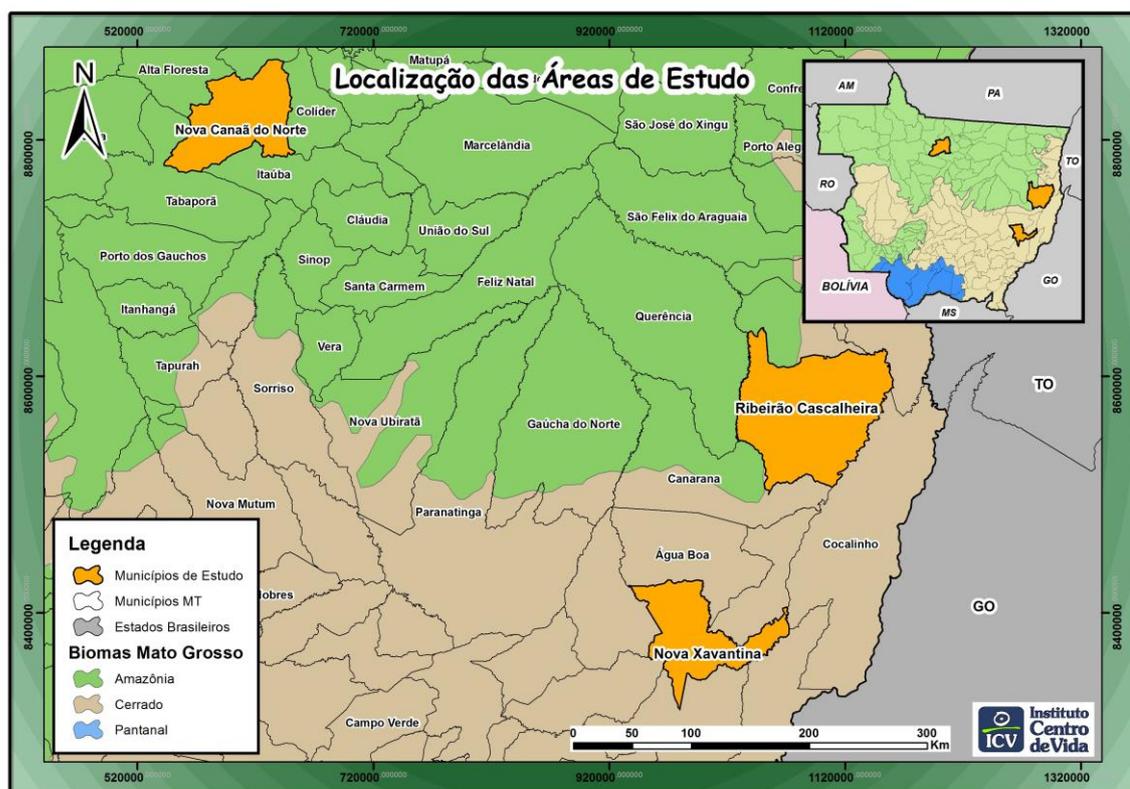


Figura 1. Localização das três áreas em estudo no Estado de Mato Grosso: Nova Canaã do Norte, Ribeirão Cascalheira e Nova Xavantina. Fonte: Instituto Centro de Vida (2014).

A fitofisionomia de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (SAR) é uma área localizada no município de Nova Canaã do Norte/MT no bioma Amazônia (Fig. 1), abrangendo solos rasos de coloração vermelha e amarela, pouco férteis estando circundadas por área de Floresta Amazônica.

Segundo a classificação de Köppen, a região apresenta clima tipo Aw167 (tropical chuvoso) com nítida estação seca. A temperatura média anual varia entre 20°C e 38°C, com média de 26°C (Ferreira, 2001). As precipitações anuais são elevadas, podendo atingir 2.500 mm (Mato Grosso, 2009).

As áreas de coleta do Cerrado Rupestre de Transição (CRT) (Cerrado/Floresta) estão localizadas no município de Ribeirão Cascalheira/MT (Fig.1), leste do estado, na transição entre Cerrado e a Floresta Amazônica e circundadas por formações savânicas e florestas secas do Bioma Cerrado sobre

solos profundos. Portanto, essa fitofisionomia é considerada um Cerrado Rupestre de Transição (CRT), por estar na região de contato entre dois Biomas (Pessoa, 2014).

O clima da região é classificado como Tropical de Savana (Aw) segundo a classificação de Köppen, com duas estações bem definidas (Oliveira, 2006). Anualmente as precipitações variam de 1.200 a 1.400 mm, com período seco a partir de junho a setembro, enquanto que durante o resto do ano ocorrem chuvas fortes e ventos (Ratter et al. 1973). O município de Ribeirão Cascalheira localiza-se em relevo elevado, na Serra do Roncador (Oliveira, 2006).

A fitofisionomia de Cerradão (CDA) está localizada no município de Nova Xavantina/MT (Fig. 1), leste do estado de Mato Grosso. A vegetação predominante é de cerrado *sensu stricto*, com poucos espaços entre os indivíduos, possuindo maior sombreamento. Não está localizada em afloramentos rochosos e está em contato com diversas fitofisionomias do cerrado. O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, com uma estação seca e uma chuvosa bem definidas e precipitação média anual de 1.500 mm (Marimon et al., 2001). Possui uma temperatura média anual de 24,4 °C.

Coleta de dados

A escolha das espécies se deu a partir de dados já existentes de uma pesquisa de florística realizado nestas fitofisionomias, as quais de todas as espécies demarcadas neste estudo, sete delas são encontradas nas três fitofisionomias supracitadas.

As plantas foram coletadas a campo e o material botânico foi encaminhado para o Herbário da Amazônia Meridional (HERBAM) da UNEMAT/ Campus de Alta Floresta e para o Herbário de Nova Xavantina, UNEMAT/ Campus de Nova Xavantina e armazenado no laboratório de Biologia Vegetal do campus de Alta Floresta/MT.

Estudo anatômico

Para análise anatômica o material foi coletado, fixado em FAA₅₀ e preservado em etanol 70% (Johansen, 1940). As lâminas permanentes foram

confeccionadas a partir da inclusão de peças da região mediana em historresina hidroxietilmetacrilato utilizando-se a série etílica de desidratação (Meira e Martins, 2003). O material foi cortado transversalmente com aproximadamente 8 μm de espessura e coradas com azul de toluína. Lâminas semipermanentes foram confeccionadas com cortes de material fresco à mão livre, com lâminas de barbear. As secções foram coradas em azul de astra e fucsina básica (Kraus e Arduin, 1997). As lâminas foram montadas em resina sintética (Permount) e em gelatina glicerinada, respectivamente.

Para a análise da epiderme foliar foram feitos cortes paradérmicos na superfície adaxial e abaxial à mão livre, com lâmina de barbear e utilizado o método de dissociação de Kraus e Arduin (1997) modificado, onde as porções foliares foram colocadas em tubos de ensaio com água oxigenada (30 volumes) 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).

Para as características quantitativas foram analisadas o espessamento das células epidérmicas, índice e densidade estomática, espessura da nervura mediana, do mesofilo foliar e dos feixes vasculares com o auxílio do programa Anati Quant 2® UFV (Aguiar et al., 2007). Foram analisados três indivíduos de cada espécie, sendo 4 cortes para cada indivíduo, totalizando 12 cortes. Foi utilizada Análise Multivariada de Variância (MANOVA) 2-Way com permutações com Software R, Pacote lmPerm, Função Imp()¹ em duas etapas, sendo a etapa 1 o Teste F para analisar a significância das relações entre as espécies, entre as fitofisionomias e a relação espécies x fitofisionomias. Na etapa 2 as médias de cada um dos parâmetros investigados foram obtidas por testes a *posteriori* (post hoc) de Tukey ao nível de significância de 0,05%, para verificar quais caracteres anatômicos diferenciavam em cada fitofisionomia.

Resultados

Em vista frontal, nas folhas de *Qualea parviflora* (Fig. 2A-C), *Aspidosperma macrocarpon* (Fig. 2D-F), *Vochysia rufa* (Fig. 2G-I) e *Emmotum nitens* (Benth.) Miers (Fig. 2J-L) das três fitofisionomias, as paredes anticliniais das células epidérmicas apresentam contorno reto em ambas as faces, apresentando padrão diferenciado de tamanho no decorrer da lâmina.

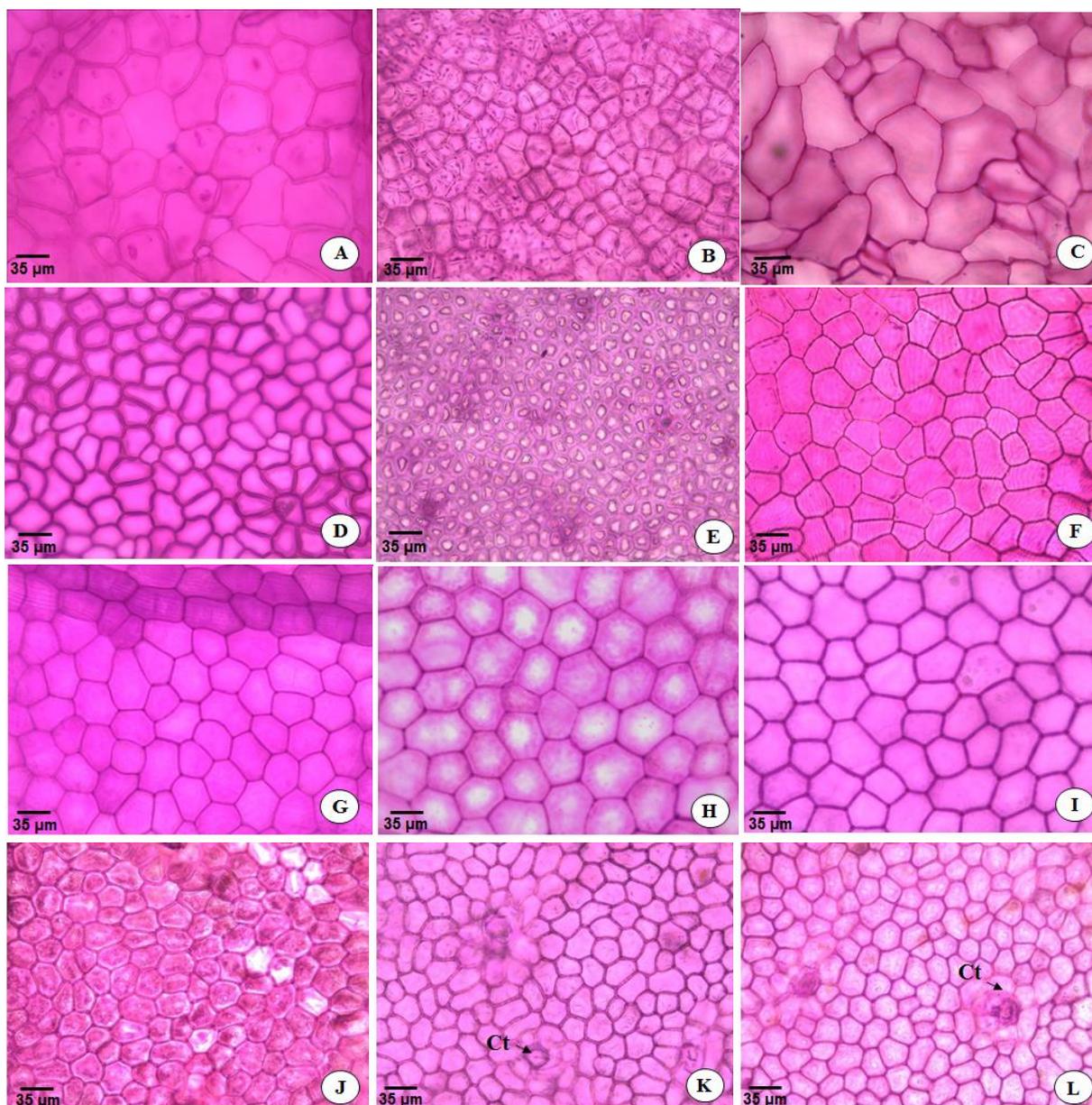


Figura 2. A-C. Vista frontal da face adaxial das folhas de *Qualea parviflora*, D-F. *Aspidosperma macrocarpon*, G-I. *Vochysia rufa* e J-L. *Emmotum nitens* da fitofisionomia de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (A, D, G e J, respectivamente), da fitofisionomia de Cerrado Rupestre de Transição (B, E, H e K, respectivamente) e da fitofisionomia de Cerradão (C, F, I e L, respectivamente). Ct- Célula basal dos tricomas).

As folhas de *Vatairea macrocarpa* (Fig. 3A-C), *Anacardium occidentale* (Fig. 3D-F) e *Myrcia splendens* (Fig. 3G-I) em vista frontal apresentam células epidérmicas com paredes espessadas e contorno sinuoso em ambas as faces (Tabela 1). Já no Cerrado Rupestre de Transição (CRT) as células epidérmicas de *A. occidentale* são menores (Tabela 4) e possuem paredes mais retas e mais espessadas (Fig. 3E). Em *V. macrocarpa* foi observado que no Cerradão (CDA) as paredes das células epidérmicas são mais sinuosas (Fig. 3C).

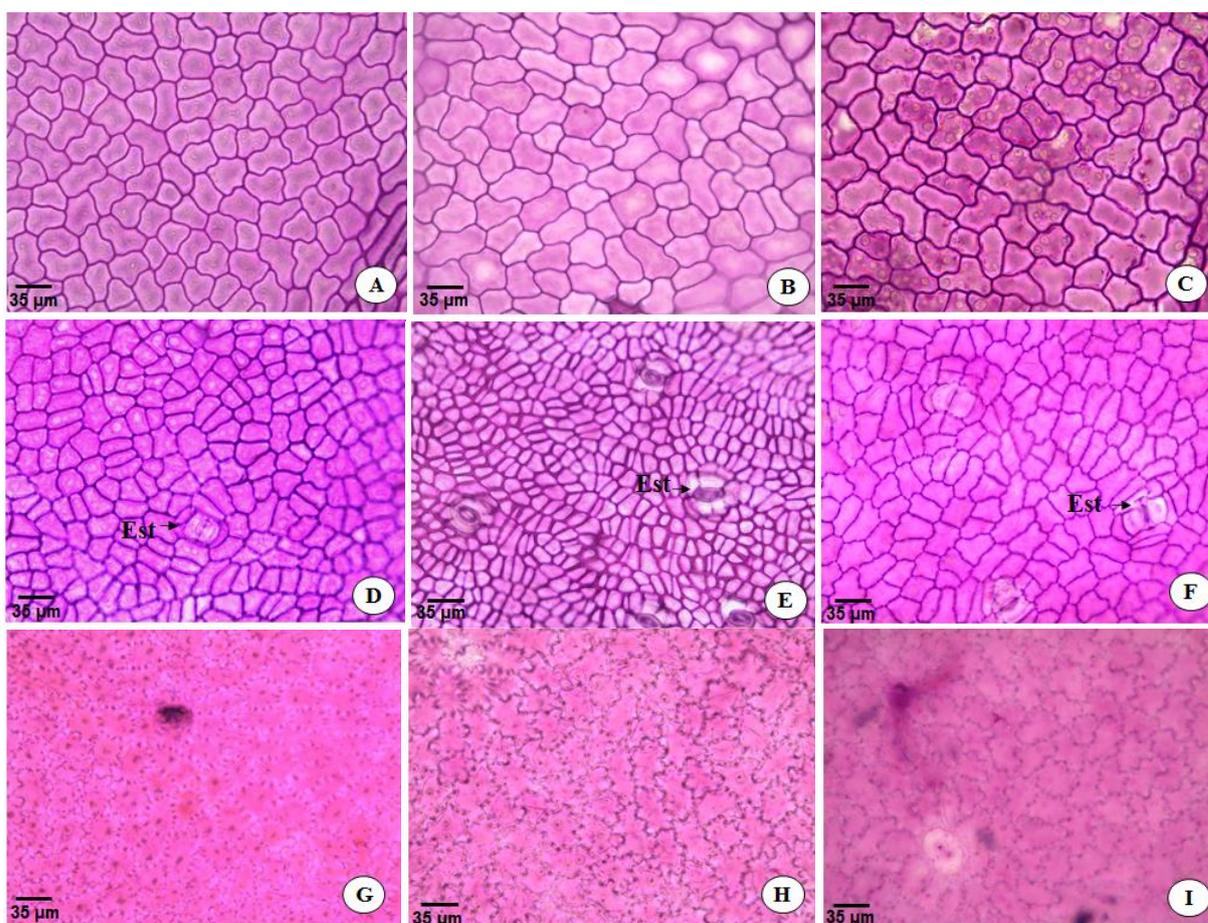


Figura 3. A-C. Vista frontal da face adaxial das folhas de *Vatairea macrocarpa*, D-F. *Anacardium occidentale* e G-I. *Myrcia splendens* da fitofisionomia de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (A, D e G, respectivamente), da fitofisionomia de Cerrado Rupestre de Transição (B, E e H, respectivamente) e da fitofisionomia de Cerradão (C, F e I, respectivamente).

As espécies estudadas da fitofisionomia de Cerrado Rupestre de Transição (CRT) se diferenciaram das espécies das demais fitofisionomias por apresentar células epidérmicas adaxiais maiores (Tabela 1), com paredes mais espessas e lignificadas em *M. splendens* (Fig. 3H), *V. macrocarpa* (Fig. 3B) e *E. nitens* (Fig. 2K). Células epidérmicas são menores em *A. macrocarpon* (Fig. 2K), *Q.*

parviflora (Fig. 2B) e *A. occidentale* (Fig. 3E), sendo que nas duas últimas as células epidérmicas são (Tabela 4) mais espessadas e lignificadas. *V. rufa* não se diferenciou em tamanho, porém possui paredes das células mais espessas em amostras de CRT (Fig. 2H).

Presença de sílica nas células epidérmicas foi observado em *A. macrocarpon* nas amostras da fitofisionomia de CRT (Fig. 2K), em *V. macrocarpa* apenas nas amostras da SAR (Fig. 3A) e em *M. splendens* nas amostras da fitofisionomia do CDA e em CRT (Fig. 3H).

As folhas de *Q. parviflora* (Fig. 4A-C), *V. macrocarpa* (Fig. 4D-F), *A. macrocarpon*, *E. nitens* e *M. splendens* são hipoestomáticas. Apenas *A. occidentale* (Fig. 4G-I) possui folhas anfiestomáticas. Na face abaxial a quantidade de estômatos é maior, sendo denominadas folhas anfihipoestomáticas e estão distribuídos de maneira uniforme no decorrer da lâmina.

Os estômatos de *Q. parviflora* (Fig. 4A-C) possuem células guardas de formato reniforme, sendo que nos indivíduos coletados na região de CDA estas são mais alongadas que nas demais fitofisionomias. Os estômatos são anomocíticos em todas as amostras, podendo ser visualizadas estômatos também anisocíticos nas amostras de CDA.

V. macrocarpa (Fig. 4D-F) possui células guardas com formato arredondado simétrico e assimétrico. Os estômatos são paracíticos e anisocíticos e encontram-se no mesmo nível ou um pouco acima das demais células epidérmicas e espalhados de maneira uniforme na lâmina. *A. occidentale* (Fig. 4G-I) possui estômatos anomocíticos de formato reniforme em ambas as faces e encontram-se um pouco acima do nível das demais células epidérmicas. *A. macrocarpon* possui folhas com estômatos anomocíticos. A face abaxial é extremamente recoberta por tricomas, protegendo os estômatos e dificultando assim sua observação. Os estômatos que puderam ser observados a partir da retirada destes tricomas nas amostras da fitofisionomia de CDA são pequenos e alongados.

As células guardas dos estômatos de *V. rufa* possuem formato arredondado simétrico e assimétrico (Fig. 4J-L). Os estômatos são anomocíticos e encontram-se no mesmo nível ou um pouco acima das demais células epidérmicas, estando em grande quantidade e espalhados de maneira uniforme na lâmina.

Os estômatos de *E. nitens* são anomocíticos e são bem maiores em relação às células epidérmicas que os circundam. A face abaxial é extremamente recoberta por tricomas tectores (Fig. 10A-C), protegendo os estômatos e dificultando assim sua observação.

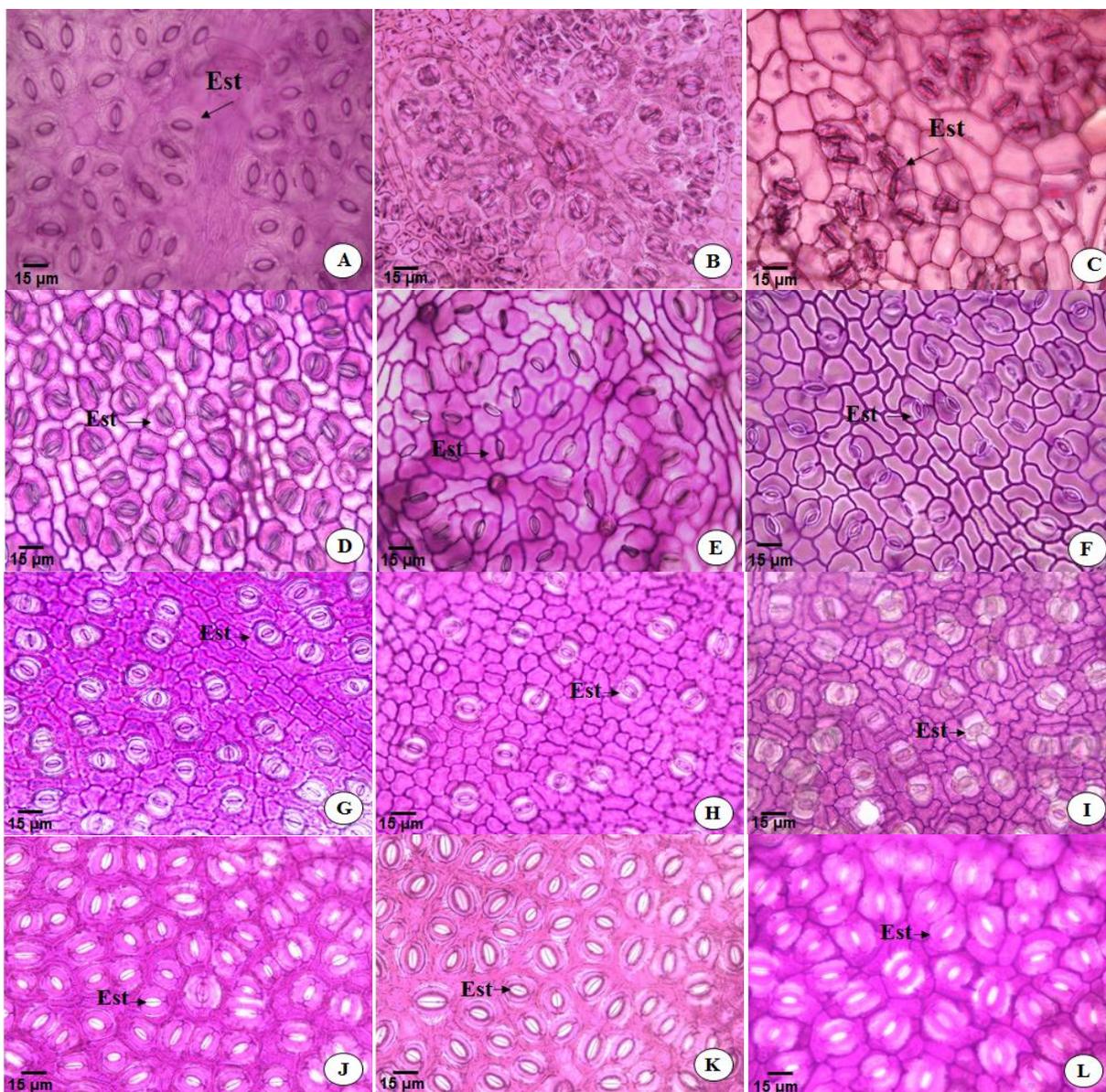


Figura 4. A-C. Vista frontal da face abaxial das folhas de *Qualea parviflora*, D-F. *Vatairea macrocarpa*, G-I. *Anacardium occidentale* J-L. *Vochysia rufa* da fitofisionomia de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (A, D, G e J, respectivamente), da fitofisionomia de Cerrado Rupestre de Transição (B, E, H e K, respectivamente) e da fitofisionomia de Cerradão (C, F, I e L, respectivamente). (Est-estômatos).

As células epidérmicas da face abaxial de *M. splendens* são de difícil visualização, em virtude do grande número de tricomas tectores, além disso os estômatos se projetam acima do nível das demais células epidérmicas. Os

estômatos são paracíticos ou eventualmente anomocíticos e a epiderme superior apresenta glândulas oleíferas.

Os estômatos das amostras da região de CRT apresentaram diferenciação nas espécies *Q. parviflora* (Fig. 4B), *V. macrocarpa* (Fig. 4E) e *A. occidentale* (Fig. 4H), sendo relativamente menores e dispostos em menor quantidade e maiores na espécie *E. nitens*. Em *V. rufa* os estômatos são maiores e estão em menor quantidade em SAR (Tabela 4), possibilitando melhor visualização das células epidérmicas (Fig. 4J).

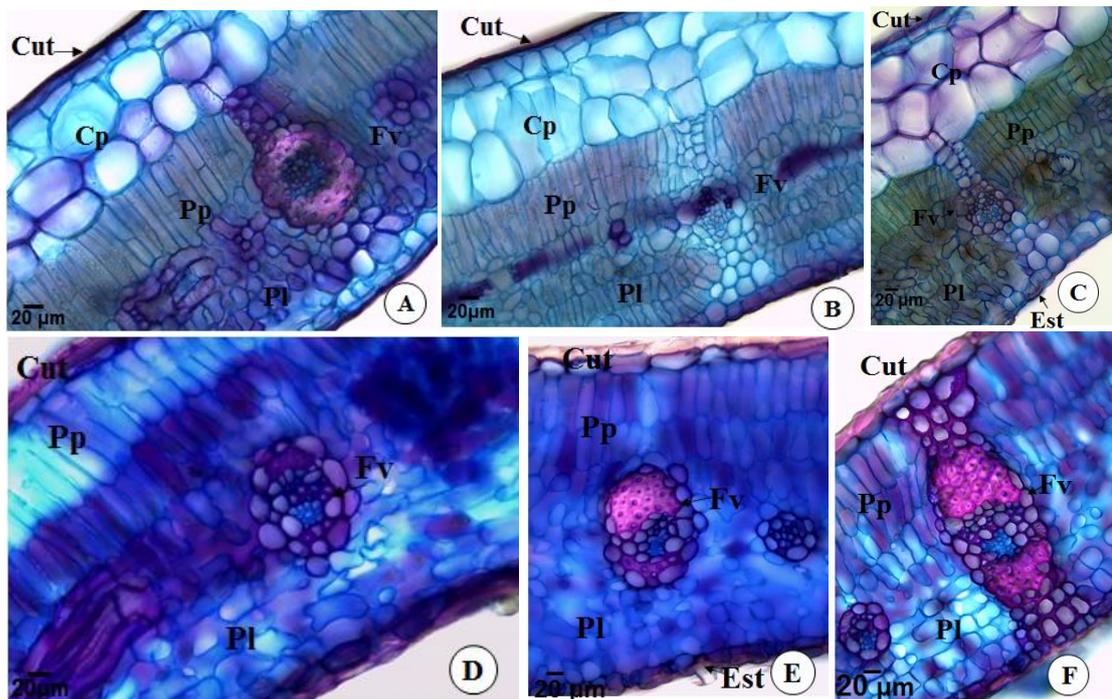


Figura 5. A-C. Aspectos anatômicos da folha de *Qualea parviflora* e D-F. *Vatairea macrocarpa* em secção transversal da região de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (A e D, respectivamente), de Cerrado Rupestre de Transição (B e E, respectivamente) e do Cerradão (C e F, respectivamente). (Cut-cutícula, Cp-células parenquimáticas, Fv-feixe vascular, Est-estômato, Pp-parênquima paliçádico e Pl-parênquima lacunoso).

Em secção transversal, observa-se que todas as espécies estudadas, independente da fitofisionomia de ocorrência apresentam epiderme uniestratificada. A espécie *Q. parviflora* possui células epidérmicas com paredes delgadas e lignificadas, estando mais espessadas na face adaxial e possuindo estômatos com cristas (Fig. 5A-C). *V. macrocarpa* (Fig. 5D-F) possui células pequenas, visivelmente menores na face adaxial nas amostras de SAR (Fig. 5D), diferindo das amostras de CRT e CDA. Na face abaxial, as células epidérmicas possuem maior espessamento nas paredes periclinais externas. *A. occidentale* (Figs. 6B, 6C), *E. nitens* (Fig. 7A-C)

e *M. splendens* (Fig. 7D-F) possuem células epidérmicas com paredes espessadas e lignificadas principalmente na fitofisionomia de CRT.

As folhas de *Q. parviflora* (Fig. 5A-C), *A. occidentale* (Fig. 6A-D) e *M. splendens* (Fig. 7D-F) são revestidas por cutícula delgada, principalmente na face abaxial. Em *V. macrocarpa* (Fig. 5D-F), *A. macrocarpon* (Fig. 6E-G), *V. rufa* (Fig. 6H-J) e *E. nitens* (Fig. 7A-C) as folhas são revestidas por cutícula lisa e espessa, sendo mais espessada na face adaxial.

As amostras da fitofisionomia de CDA apresentaram cutícula mais delgada quando comparadas as demais fitofisionomias nas espécies *Q. parviflora* (Fig. 5C), *A. occidentale* (Fig. 6D), *A. macrocarpon* (Fig. 6G) e *V. rufa* (Fig. 6J).

Tricomas tectores foram observados em *E. nitens* (Fig. 7A-C) percorrendo todo o limbo foliar e em grande quantidade apenas na face abaxial, havendo menor quantidade no CDA (Fig. 7C). Em *M. splendens* (Fig. 7D-F) há presença de tricomas tectores e glandulares por todo o limbo foliar apenas na face abaxial, havendo menor quantidade em CRT (Fig. 7E). Na fitofisionomia de CRT e CDA (Figs. 5E, 5F) as folhas de *V. macrocarpa* apresentam tricomas tectores e células papilosas, diferindo de SAR (Fig. 5D) que não apresentou estes caracteres.

Em *A. macrocarpon* houve diferenciação nas três fitofisionomias. Nas amostras de SAR observou-se presença de tricomas apenas na face abaxial e em grande quantidade (Fig. 6E). Na fitofisionomia de CRT observou-se tricomas nas duas faces, porém na face adaxial os tricomas são maiores e em pouca quantidade e na abaxial diversos tricomas menores e alguns maiores (Fig. 6F). Em amostras do CDA houve presença de tricomas maiores e menores apenas na face abaxial (Fig. 6G).

Tricomas tectores são encontrados na nervura central de *Q. parviflora* em pouquíssima quantidade e apenas na superfície adaxial nas amostras de SAR (Fig. 8A), em ambas as faces nas amostras de CRT (Fig. 8B) e apenas na superfície abaxial em amostras de CDA (Fig. 8C). Tricomas são visualizados apenas na face abaxial de *E. nitens* e apresentando maior quantidade em CDA (Fig. 10C). Em *M. splendens* são visualizados nas duas superfícies e apresentando maior quantidade em SAR (Fig. 10D). Não foi observado presença de tricomas nas espécies *V. rufa* (Fig. 6H-J) e *A. occidentale* (Fig. 6A-D).

O mesofilo é dorsiventral em *Q. parviflora*, (Fig. 5A-C), *V. macrocarpa* (Fig. 5D-F), *A. macrocarpon* (Fig. 6E-G), *V. rufa* (Fig. 6H-J), *E. nitens* (Fig. 7A-C) e *M. splendens* (Fig. 7D-F). *A. occidentale* (Fig. 6A-D) foi a única espécie que apresentou mesofilo do tipo isobilateral.

Abaixo da epiderme de *Q. parviflora* ocorrem duas a três camadas de células parenquimáticas mais volumosas na face adaxial. O parênquima paliçádico é constituído de uma a duas camadas de células e o parênquima lacunoso (Tabela 4) apresenta-se com três a quatro camadas e poucos espaços entre as células, principalmente nas amostras da fitofisionomia de CRT (Fig. 5B).

V. macrocarpa possui parênquima paliçádico constituído por duas camadas de células, as quais diminuem à medida que se aproximam do centro da folha e parênquima lacunoso com sete camadas nas fitofisionomias de SAR e CDA (Tabela 4) (Figs. 5D, 5F) e nove camadas em CRT (Fig. 5E).

O mesofilo de *A. occidentale* (Fig. 6A-D) apresenta três camadas de parênquima paliçádico próximos à face adaxial e abaxial. Há presença acentuada de amido nas células.

Em *A. macrocarpon* o mesofilo (Fig. 6E-G) é constituído de parênquima paliçádico com duas camadas de células em CRT (Fig. 6F), onde as células são menos alongadas próximo ao centro do mesofilo e nas amostras das demais regiões ocorre em uma única camada em geral bastante alongadas, fortemente justapostas entre si, seguido de oito a nove camadas de células do parênquima lacunoso com espaços entre as células, principalmente nas amostras de CDA (Tabela 4).

V. rufa (Fig. 6H-J) é constituída por duas camadas de parênquima paliçádico com células pouco alongadas e número variável de camadas de parênquima lacunoso, com 8 camadas em amostras de SAR, de 8 a 9 em amostras de CRT e 8 a 10 camadas em amostras de CDA (Tabela 4).

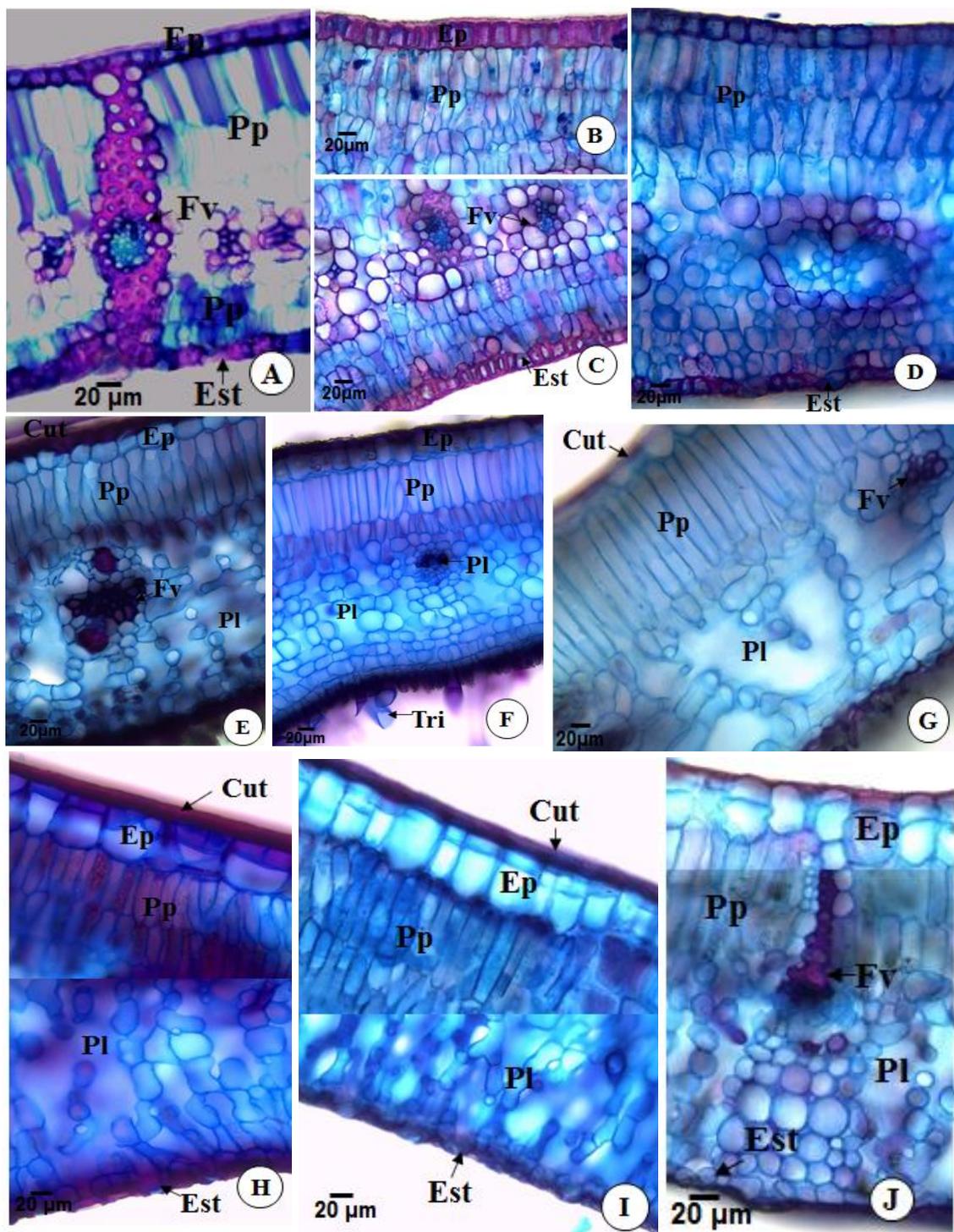


Figura 6. A-D. Aspectos anatômicos da folha de *Anacardium occidentale*, E-G. *Aspidosperma macrocarpon* e H-L. *Vochysia rufa* em secção transversal da fitofisionomia de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (A, E e H, respectivamente), de Cerrado Rupestre de Transição (B, C, F e I, respectivamente) e do Cerradão (D, G e J, respectivamente). (Cut-cutícula, Ep-células epidérmicas, Fv-feixe vascular, Est-estômato, Tri-tricomas, Pp-parênquima paliçádico e Pl-parênquima lacunoso).

E. nitens (Fig. 6A-C) apresenta duas camadas de células do parênquima paliçádico fortemente justapostas entre si, com células menos alongadas em amostras de SAR (Fig. 6A). O parênquima lacunoso apresenta de seis a sete camadas de células em amostras de SAR e em amostras de CRT e de quatro a cinco camadas em amostras de CDA (Tabela 4).

Em *M. splendens* (Fig. 7D-F) o mesofilo apresenta parênquima paliçádico com uma camada de células fortemente justapostas e bem alongadas nas três fitofisionomias. É seguido de nove camadas de células do parênquima lacunoso em amostras de SAR, de dez a onze camadas em amostras de CRT e de nove camadas em amostras de CDA (Tabela 4).

Os feixes vasculares das sete espécies estudadas são colaterais, sendo que *Q. parviflora* possui periciclo com células de paredes mais espessadas em amostras de SAR (Fig. 5A) quando comparado com as amostras de CRT e CDA (Tabela 4). As células da bainha apresentam extensão até as células epidérmicas em ambas as faces.

Os feixes vasculares de *V. macrocarpa* são envolvidos por periciclo cujas células apresentam paredes delgadas em amostras de SAR (Fig. 5D), pouco espessada em amostras de CRT (Fig. 5E) e com nítida diferenciação em amostras de CDA (Fig. 5F), onde as paredes são bem mais espessadas com extensão de bainha até a epiderme de ambas as faces.

Em *A. occidentale* os feixes vasculares (Fig. 6A-D) são envolvidos por bainha pericíclica espessada que se estende até as células epidérmicas nas amostras de SAR e CRT e com pouquíssimas fibras na bainha dos feixes das amostras de CDA, aparentando serem feixes menos desenvolvidos (Fig. 6D). Os feixes estão dispostos mais próximos a epiderme abaxial e alternados em maiores e menores nas amostras de SAR e CRT. Nas amostras de CDA os feixes são todos menores (Tabela 4).

Em *E. nitens* os feixes vasculares são pequenos e dispostos próximos à epiderme abaxial (Fig. 7A-C). *M. splendens* possui feixes vasculares com periciclo de células alternados em mais e menos espessados (Fig. 7D-F). Presença de canais secretores foram observados dispersos no mesofilo.

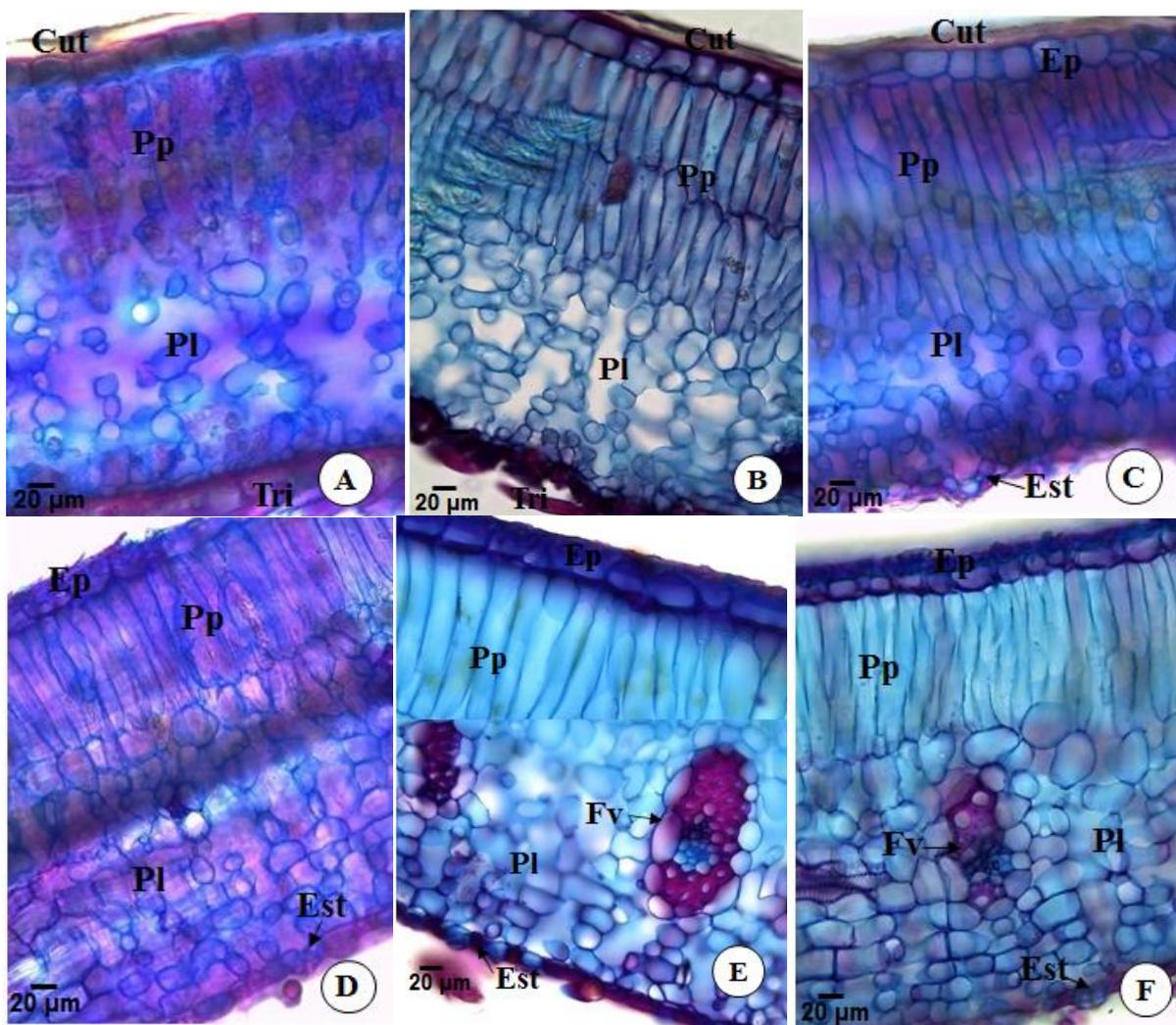


Figura 7. A-C. Aspectos anatômicos da folha de *Emtotum nitens* e D-F. *Myrcia splendens* em secção transversal da fitofisionomia de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (A e D, respectivamente), de Cerrado Rupestre de Transição (B e E, respectivamente) e do Cerradão (C e F, respectivamente). (Cut-cutícula, Ep-células epidérmicas, Fv-feixe vascular, Est-estômato, Pp-parênquima paliçádico e Pl-parênquima lacunoso).

Os feixes vasculares de *V. rufa* são envolvidos (Fig. 6H-J) por periciclo uniestratificado, cujas células apresentam paredes pouco espessadas com extensão de bainha até a epiderme de ambas as faces. Os feixes das espécies *Q. parviflora*, *V. macrocarpa*, *M. splendens* e *V. rufa* encontra-se alternados entre maiores e menores no decorrer da lâmina.

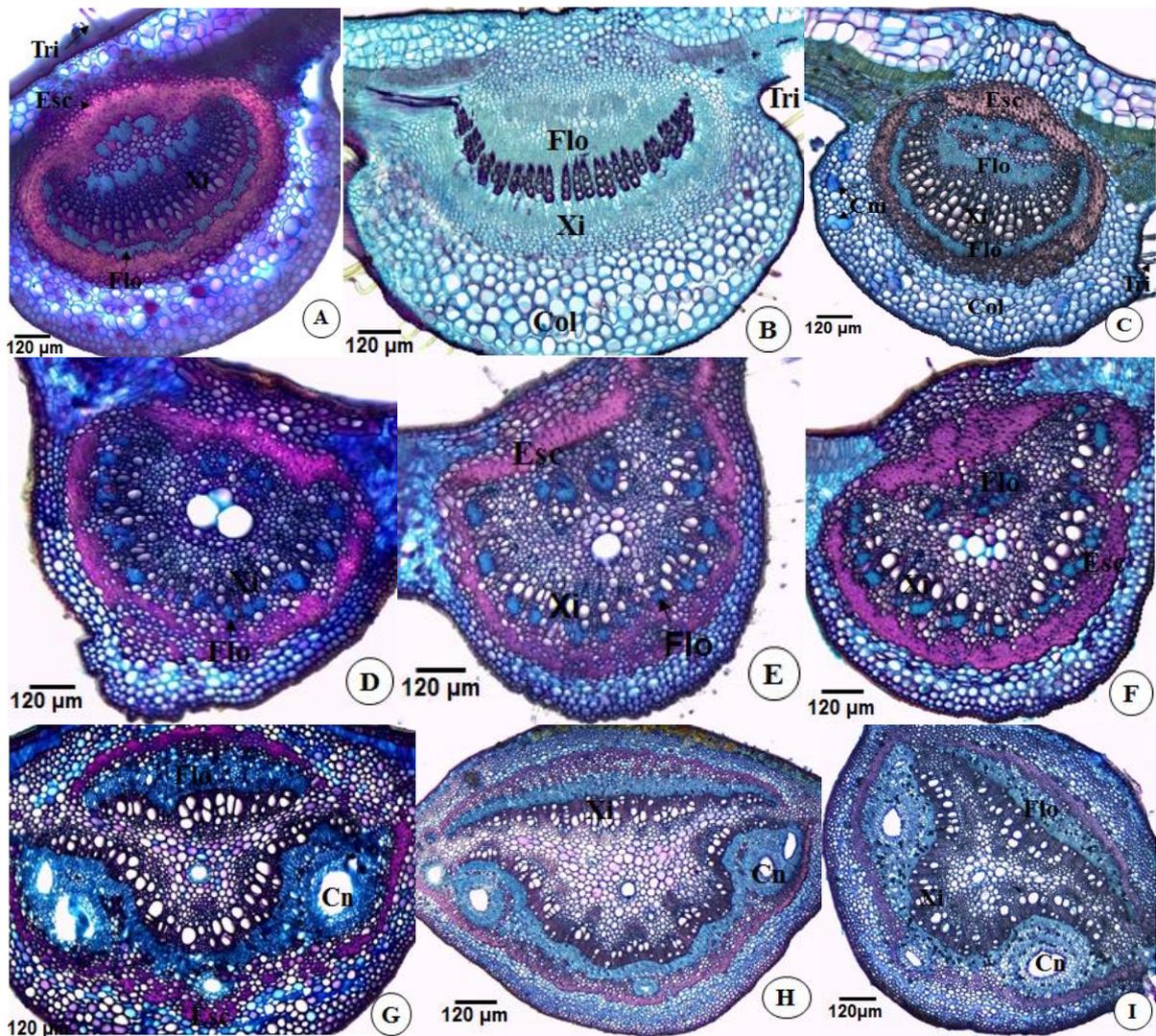


Figura 8. A-C. Aspectos anatômicos da nervura da folha de *Qualea parviflora*, D-F. *Vatairea macrocarpa* e G-I. *Anacardium occidentale* em secção transversal da fitofisionomia de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (A, D e G, respectivamente), de Cerrado Rupestre de Transição (B, E e H, respectivamente) e do Cerradão (C, F e I, respectivamente). (Col-Colênquima, Xi-xilema, Flo-floema, Esc-esclerênquima, Tri-tricomas, Cn-Canais secretores e Cm-Canais de Mucilagem).

Braquiesclereides estão presentes no mesofilo de *A. macrocarpon* em grande quantidade nas amostras de SAR (Fig. 9A-C) e em pequena quantidade em amostras de CRT e CDA, estando apenas distribuídos próximos aos feixes vasculares. Estes por sua vez são pouco desenvolvidos e estão dispostos de maneira uniforme, no centro do mesofilo, possuindo periciclo com células de paredes delgadas.

Observa-se na nervura central (Fig. 8A-C) presença de colênquima lacunar, próximos à epiderme, em ambas as faces, com presença ligeiramente maior

desse tecido nas amostras de CRT e alguns canais de mucilagem entre as células do colênquima de CDA (Fig. 8C), diferindo das fitofisionomias de SAR e CRT.

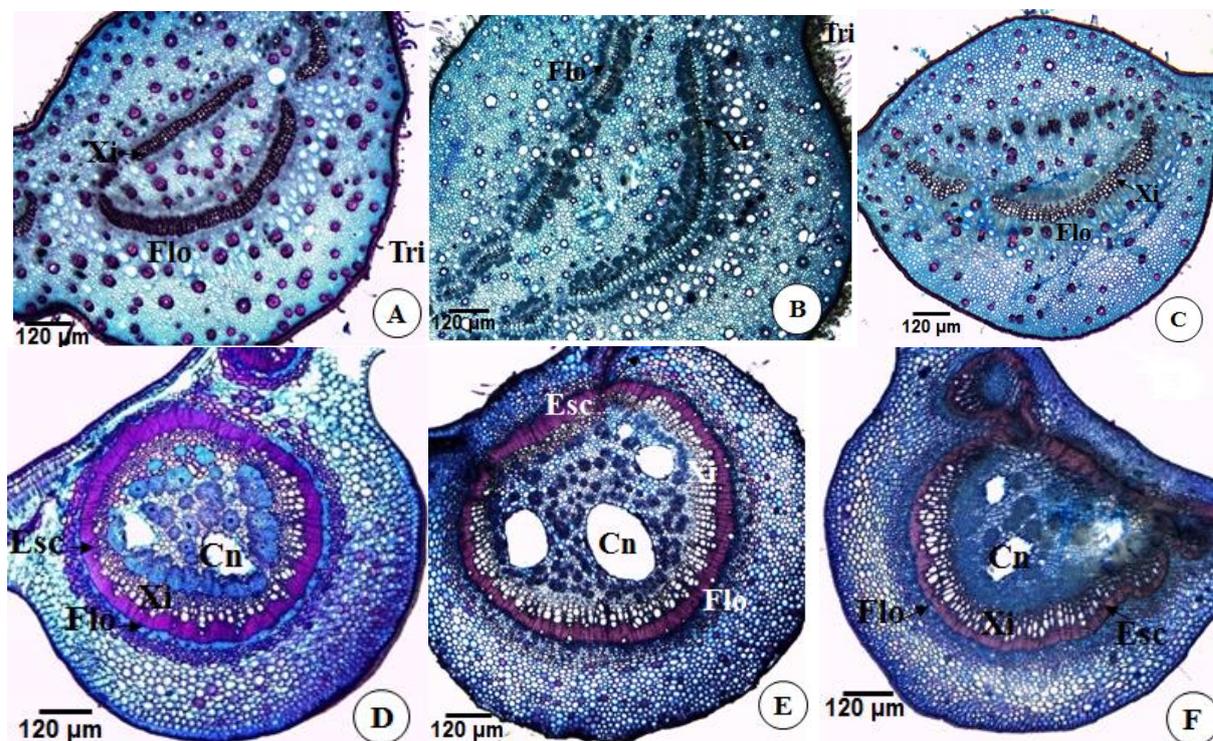


Figura 9. A-C. Aspectos anatômicos da nervura da folha de *Aspidosperma macrocarpon* e D-F. *Vochysia rufa* em secção transversal da fitofisionomia de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (A e D, respectivamente), de Cerrado Rupestre de Transição (B e E, respectivamente) e do Cerradão (C e F, respectivamente). (Xi-xilema, Flo-floema, Esc-esclerênquima, Tri-tricomas, Braq-braquiesclereídes e Cn-canais secretores).

Em *Q. parviflora* há maior quantidade de esclerênquima envolvendo o feixe vascular da nervura central nas amostras da SAR (Fig. 8A) em comparação as amostras de CRT e CDA. Em *A. occidentale* (Fig. 8G-I) e *V. macrocarpa* (Fig. 8D-F) há presença de esclerênquima envolvendo quase que totalmente o feixe vascular da nervura central, sendo que em *A. occidentale* encontra-se com paredes mais espessas na fitofisionomia de SAR (Fig. 8G). *V. rufa* (Fig. 9D-F) e *M. splendens* possuem esclerênquima bem espessado, envolvendo completamente o feixe vascular, sendo em formato circular em *V. rufa* (Fig. 9D-F), em *M. splendens* formato cordiforme em amostras de CRT (Fig. 10E) e em *A. macrocarpon* formato de arco quase plano (Fig. 9A-C).

Em *E. nitens* há presença de pequenas quantidades de esclerênquima envolvendo o feixe vascular da nervura central, estando em menor quantidade em

amostras de CRT (Fig. 10B). Já *M. splendens* está em maior quantidade em amostras de CRT (Fig. 10E).

O feixe vascular da nervura central de *Q. parviflora* (Fig. 8A-C), *V. macrocarpa* (Fig. 8D-F), *A. occidentale* (Fig. 8G-I), *V. rufa* (Fig. 9D-F), *M. splendens* (Fig. 10D-F) e *A. macrocarpon* (Fig. 9A-C) é bicolateral. Nesta última espécie há feixes menores em posição adaxial em algumas amostras de SAR (Fig. 9A). *E. nitens* possui feixe vascular do tipo colateral e está disposto de maneira alinhada e com presença de fibras em seu entorno (Fig. 10A-C).

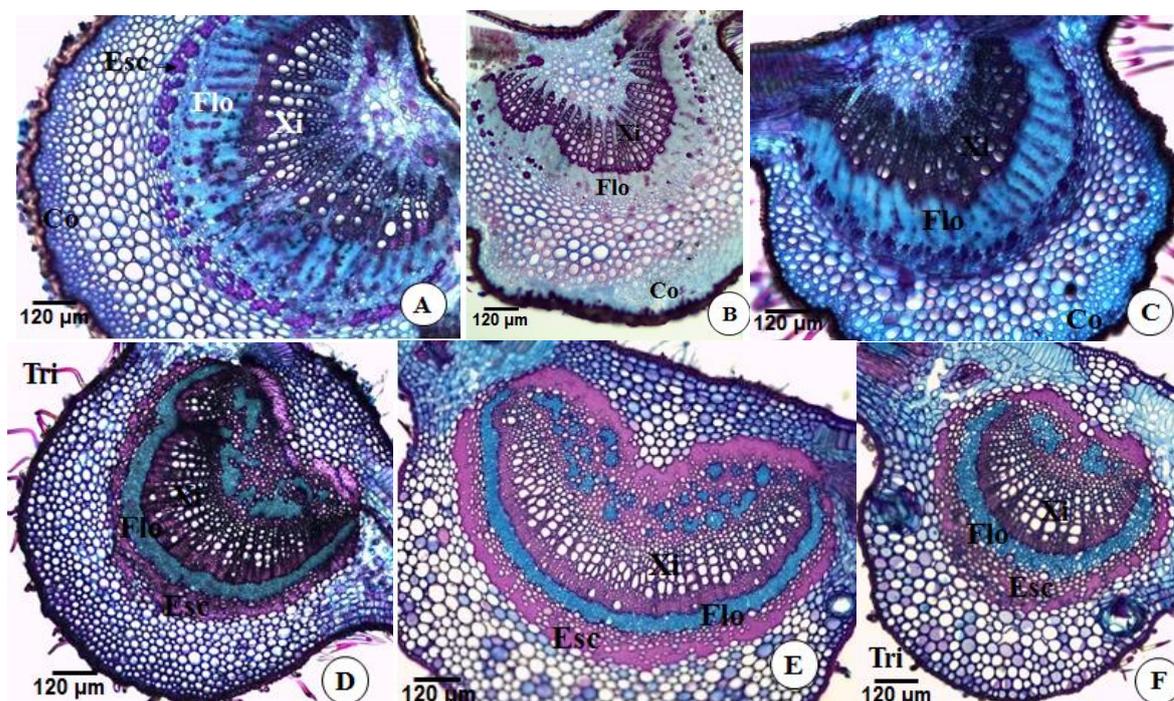


Figura 10. A-C. Aspectos anatômicos da nervura da folha de *Emmotum nitens* e D-F. *Myrcia splendens* em secção transversal da fitofisionomia de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (A e D, respectivamente), de Cerrado Rupestre de Transição (B e E, respectivamente) e do Cerradão (C e F, respectivamente). (Tritricomas, Xi-xilema, Flo-floema, Esc-esclerênquima e Co-colênquima).

Em *M. splendens* (Fig. 10D-F) e *Q. parviflora* o floema envolve o xilema quase que completamente, sendo que *Q. parviflora* possui interrupções no seu entorno nas amostras das fitofisionomias de SAR e CDA, já nas amostras de CRT (Fig. 8B) o xilema é envolvido totalmente pelo floema. Em *V. macrocarpa* o floema envolve o xilema com diversas interrupções, formando feixes menores (Fig. 8D-F). Em *A. macrocarpon* o xilema é todo circundado pelo floema. Em amostras de CRT o floema de *V. rufa* encontra-se em pequenos feixes dispersos no centro da nervura (Fig. 9E).

Na nervura central de *V. macrocarpa* (Fig. 8D-F), *A. occidentale* (Fig. 8G-I), *A. macrocarpon* (Fig. 9A-C), *V. rufa* (Fig. 9D-F), *E. nitens* (Fig. 10A-C) e *M. splendens* (Fig. 10D-F) próximos a epiderme em ambas as faces, observa-se colênquima lacunar seguido por células parenquimáticas. As células do colênquima são menores à medida que se aproxima da epiderme em ambas as faces. Em *M. splendens* observa-se colênquima lacunar com camadas ligeiramente maiores em amostras de CRT (Fig.10E). Apenas em *Q. parviflora* não foi observado colênquima.

Canais secretores ocorrerem dispersos na região da nervura central de *A. occidentale* e são envolvidos pelo floema, estando em menor quantidade em amostras do CDA (Fig. 8I). Na região central da nervura dessa espécie houve presença de um canal secretor nas amostras das três fitofisionomias. Foi observado a presença canais secretores no centro da nervura de *V. macrocarpa*, *V. rufa*, *M. splendens* e grande quantidade de canais secretores em *A. macrocarpon* (Fig. 9A-C) nas amostras das três fitofisionomias.

Tabela 1. Caracteres anatômicos foliares da epiderme das sete espécies em estudo em três fitofisionomias: Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos no município de Nova Canaã do Norte/MT (SAR), Cerrado Rupestre de Transição no município de Ribeirão Cascalheira/MT (CRT) e Cerradão no município de Nova Xavantina/MT (CDA).

CARACTERES ANATÔMICOS	SAR							CRT							CDA						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Células adaxiais maiores às abaxiais	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Paredes espessadas					x				x	x			x	x							
Contorno mais sinuoso da parede							x							x		x	x				x
Presença de sílica		x									x			x		x					
Cutícula espessada	x	x	x	x				x	x	x	x					x					
Presença de tricomas na face adaxial	x							x			x										
Presença de tricomas na face abaxial				x		x	x	x	x		x		x	x	x	x		x		x	x

Legenda: 1 – *Qualea parviflora*; 2 – *Vatairea macrocarpa*; 3 – *Anacardium occidentale*; 4 – *Aspidosperma macrocarpon*; 5 – *Vochysia rufa*; 6 – *Emmotum nitens*; 7 – *Myrcia splendens*.

Tabela 2. Caracteres anatômicos do mesofilo foliar das sete espécies em estudo em três fitofisionomias: Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos no município de Nova Canaã do Norte/MT (SAR), Cerrado Rupestre de Transição no município de Ribeirão Cascalheira/MT (CRT) e Cerradão no município de Nova Xavantina/MT (CDA).

CARACTERES ANATÔMICOS	SAR							CRT							CDA						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Presença de canais secretores		x	x	x	x		x		x	x	x	x		x		x		x	x		x
Maior presença de canais secretores			x							x											
Presença de canais de mucilagem															x						
Presença de esclerênquima	X	x	x		x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x
Maior presença de esclerênquima	X		x		x	x								x							
Floema envolvendo totalmente o xilema na nervura central				x				x						x							
Periciclo com paredes espessadas	X		x							x						x					
Acima de 2 camadas de parênquima paliçádico											x										
Acima de 9 camadas de parênquima lacunoso				x			x		x		x	x		x				x	x		x
Presença de braquiesclereídes				x							x							x			
Maior presença de braquiesclereídes				x																	
Presença de glândulas oleíferas							x							x							x

Legenda: 1 – *Qualea parviflora*; 2 – *Vatairea macrocarpa*; 3 – *Anacardium occidentale*; 4 – *Aspidosperma macrocarpon*; 5 – *Vochysia rufa*; 6 – *Emmotum nitens*; 7 – *Myrcia splendens*.

Todas as espécies estudadas, independentemente da fitofisionomia apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$), quanto aos caracteres anatômicos de espessura da nervura central, espessura do mesofilo, espessura da epiderme e índice estomático (Tabela 3).

Tabela 3. Análise multivariada das características anatômicas das espécies estudadas, nas fitofisionomias: Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (SAR), Cerrado Rupestre de Transição (CRT) e Cerradão (CDA).

Efeitos	G.L.	Soma de Q.	Quadrado M.	F	Valor-p
Fitofisionomia	2	1134838	567419	56.74	< 0.0001
Espécie*Fitofisionomia	10	9184445	918444	91.84	< 0.0001
Resíduos	198	1980194	10001		

Valor de $p < 0,05$ indica diferença estatisticamente significante. G.L = Grau de liberdade; F = Significância dos efeitos. (5% de significância).

O teste multivariado foi significativo ($F_{17,198}=462.3$, R^2 ajustado = 97.33%, $p < 0.0001$) quando relacionados os atributos anatômicos para as duas interações: as três fitofisionomias diferiram entre si e as espécies quando relacionadas com as fitofisionomias também diferiram entre si.

Tabela 4. Análise multivariada de Tukey das espécies estudadas nas fitofisionomias de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (SAR), Cerrado Rupestre de Transição (CRT) e Cerradão (CDA), quanto a espessura da nervura central (Esp. Nc), espessura do mesofilo (Esp. Me), espessura da epiderme (Esp. Ep), espessura do feixe vascular (Esp. Fv), índice estomático (I. est) e densidade estomática (D. est).

Componentes analisados

	Esp. Nc	Esp. Me	Esp. Ep	Esp. Fv	I. est	D. est
Fitofisionomias	Média ± (S)					
SAR	1226,62 ± 8,41a	369,94 ± 3,36a	32,31 ± 0,39a	156,43 ± 3,01a	21,02 ± 0,38a	376,72 ± 7,78a
CRT	1359,26 ± 8,41b	395,29 ± 3,36b	38,05 ± 0,39b	160,95 ± 3,01a	17,43 ± 0,38b	384,73 ± 7,78a
CDA	1326,73 ± 8,41c	375,25 ± 3,36a	34,18 ± 0,39c	161 ± 3,01a	19,59 ± 0,38c	388,42 ± 7,78a

Significância < 0,05

Discussão

No campo da anatomia ecológica são escassos os estudos aos quais as espécies vegetais podem ser caracterizadas anatomicamente e analisadas de maneira a responder às questões relacionadas a fatores bióticos e abióticos. Sobretudo em estudos comparativos entre diferentes fitofisionomias, onde as mesmas espécies podem apresentar diferenças em seus caracteres.

As folhas das espécies nas diferentes fitofisionomias apresentaram diferenças significativas com maior espessura da nervura, do mesofilo, das células epidérmicas e maior índice estomático. Da mesma forma, foi observado por Junior (2004) e Francino (2006) que tais características evidenciam estratégias adaptativas das espécies vegetais aos ambientes típicos de cerrado.

As fitofisionomias de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (SAR) e Cerrado Rupestre de Transição (CRT) apresentaram na maioria das espécies, características comuns de plantas adaptadas em ambientes xeromórficos, como cutícula espessada, grande quantidade de tricomas e grande quantidade de esclerênquima. Para Fahn e Cutler (1992), parede celular epidérmica espessa e lignificada, presença marcante de elementos mecânicos, maior desenvolvimento do parênquima paliçádico, projeções das paredes celulares e de cutícula sobre os estômatos, além da presença de cutina revestindo as câmaras subestomáticas são estratégias adaptativas para ambientes xéricos.

Os indivíduos coletados na fitofisionomia de Cerrado Rupestre de Transição (CRT) foram os que mais apresentaram diferenças anatômicas quando comparados com os indivíduos coletados nas demais regiões, apresentando células epidérmicas e cutícula mais espessadas, presença de sílica nas células, estômatos menores e em menor quantidade.

Os indivíduos coletados na região de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (SAR) apresentaram na maioria das espécies maior índice estomático, cutícula espessa, maior quantidade de esclerênquima na nervura central e grande quantidade de tricomas. Estas características também foram encontradas em estudo realizado por Somavilla e Ribeiro (2011), o que para Bieras (2006) são características comuns em folhas de espécies do cerrado.

Os indivíduos do Cerradão (CDA) foram os que apresentaram características de espécies de ambientes mesófilos, como cutícula delgada, células

epidérmicas de paredes sinuosas e pouca quantidade de fibra. Os mesmos resultados foram obtidos em estudos realizados por Junior (2004), onde folhas menos expostas a luminosidade apresentaram menor espessura das células epidérmicas e cutícula, em ambas as faces. Tais características mostram a influência que a luminosidade pode exercer nos caracteres anatômicos, principalmente quando comparados os anexos epidérmicos.

A epiderme das folhas, por estar em contato direto com o ambiente, pode apresentar modificações estruturais como resposta aos fatores ambientais (Cutter, 1978). Portanto, esse tecido é relevante para investigações no que diz respeito a variações de forma, tamanho e tipos de anexos possivelmente existentes, como tricomas, cutícula, entre outros.

Nas amostras coletadas na fitofisionomia de CRT, as células epidérmicas possuem paredes mais espessadas em relação às amostras de SAR e CDA e com maior quantidade de tricomas. Como a fitofisionomia de CRT, possui índice pluviométrico mais baixo que as demais regiões estudadas e por estar sobre afloramentos rochosos, provavelmente estas espécies apresentam células epidérmicas maiores para armazenamento de água nos períodos de seca mais prolongada.

A característica de células adaxiais maiores, como ocorre nas amostras de CRT segundo Kurzweel et al., (1994) está relacionada com a função de reserva de água e os espessamentos lignificados das células epidérmicas serviriam, principalmente, como suporte mecânico evitando o colapso durante a dessecação (Silva et al., 2006). Para Zanenga-Godoy e Costa (2003) tais células de paredes espessadas estariam envolvidas também com armazenamento de água. A espessura do tecido epidérmico também pode variar em relação à intensidade luminosa (Raven et al., 2000). Junior (2004) concluiu em seus estudos que as folhas mais expostas à ambiente de maior luminosidade desenvolvem mais a espessura das células epidérmicas. Além disso, Appezzato-da-Gloria e Carmello-Guerreiro (2006) afirmam que, além da epiderme impedir a ação de choques mecânicos e a invasão de agentes patogênicos, possui a função de restringir a perda de água. É possível inferir então, que o ambiente favoreceu o aumento do espessamento das paredes das células epidérmicas dos indivíduos coletados na fitofisionomia de CRT, como estratégia adaptativa, pela região apresentar período de seca mais prolongado

e possuir vegetação mais aberta, com maior espaçamento entre as espécies que nas demais fitofisionomia.

As amostras de CDA apresentaram células epidérmicas com paredes mais sinuosas. Como CDA possui ambiente mais sombreado que nas demais fitofisionomias, a maior sinuosidade pode estar relacionada ao fator da luminosidade. Medri e Lleras (1980) sugeriram que a menor sinuosidade da parede celular pode estar relacionada às características adaptativas contra a perda excessiva de água em ambientes com grande incidência de raios solares. Da mesma forma, Vieira (1995), analisando as diferenças anatômicas em folhas de *Bauhinia radiata* Vell., encontradas em diferentes condições de luminosidade, verificou que nas folhas de sombra as paredes celulares anticlinais das células epidérmicas são sinuosas e nas folhas de sol são retas.

As amostras de SAR e CRT apresentaram sílica em suas células epidérmicas. A presença de sílica na fitofisionomia de SAR se dá pelo fato da grande umidade do ambiente, já que o índice pluviométrico é alto na região, sendo uma estratégia de proteção das células epidérmicas. Como a fitofisionomia de CRT está localizada sobre afloramentos rochosos, onde o acesso de água é restrito, a presença de sílica nas células epidérmicas pode estar relacionada à diminuição da perda de água, o que permite maior sobrevivência da espécie em ambientes secos. A sílica quando presente na estrutura epidérmica da folha previne o surgimento de necrose, reduz a transpiração cuticular, protege contra alguns fungos e herbívoros, além de apresentar valor taxonômico (Fernandes et al., 2012).

A maioria das espécies estudadas apresentaram estômatos apenas na face abaxial. Considerando o aspecto ecológico e fisiológico, Dickison (2000) assegura que o posicionamento dos estômatos na superfície abaxial das folhas é um fator relevante para a redução das taxas de transpiração. Provavelmente, este posicionamento dos estômatos na maioria das espécies em estudo, favorece a adaptação nas diferentes fitofisionomias em que estão estabelecidas.

Os estômatos são menores e estão distribuídos em menor quantidade nas fitofisionomias de CRT e CDA. A maior densidade estomática ocorre em condições de maior luminosidade, e em condições de menor luminosidade, a densidade estomática é menor (Junior, 2004). Pode-se observar então que em SAR as espécies geralmente possuem estômatos em maior quantidade, isto sugere que

as espécies desenvolveram esta característica como estratégia adaptativa ao ambiente em que vivem, devido a grande intensidade de luz.

As amostras das fitofisionomias de SAR e CRT apresentaram cutícula mais espessada em relação as amostras da fitofisionomia de CDA. Os depósitos de ceras e alta pubescência são fatores importantes na reflexão solar, contribuindo, juntamente com o posicionamento predominante dos estômatos na superfície abaxial da folha, para a redução das taxas de transpiração (Dickison, 2000). Podemos considerar então, que as fitofisionomias de SAR e CRT apresentam características xeromórficas. Apesar de SAR haver maior precipitação, possui período de seca prolongado, podendo utilizar deste caractere para evitar a perda de água. As amostras coletadas na fitofisionomia de CDA apresentaram cutícula delgada por se tratar de área de vegetação fechada, possuindo maior sombreamento.

Em estudos realizados com diversas espécies de cerrado, Morretes e Ferri (1959) relacionaram caracteres como espessura da camada cuticular e grande abundância de tricomas com adaptações a condições de seca. Embora as espécies analisadas ocorram em ambiente com disponibilidade de água em determinada época do ano, Larcher (2000) afirma que a radiação solar direta e incidência de ventos, muito comuns em ambientes abertos, aumentam a possibilidade de perda de água por evapotranspiração.

Nas amostras da região de CRT apresentaram maior quantidade de tricomas tectores. Com relação a aspectos ecofisiológicos, Souza (2003) comenta que os tricomas tectores podem evitar a perda excessiva de água. Pode-se compreender então que estas espécies possuem uma forma de plasticidade fenotípica, como proteção das folhas, contribuindo para uma menor perda de água nos períodos de seca.

Observou-se nas amostras da fitofisionomia de CRT, a presença maior de colênquima lacunar na nervura central. O colênquima é um tecido que possui função de sustentação das regiões e órgão da planta (Apezzato-da-Glória e Carmello-Guerreiro, 2006). Acredita-se então que esta característica pode estar relacionada com o tamanho da folha ou até mesmo com ambientes com muitos ventos, já que esta fitofisionomia está localizada em área aberta, com espaços entre a vegetação.

De acordo com Oliveira e Sajo (1999) a presença de fibras esclerenquimáticas é uma característica que está relacionada com a resistência mecânica em casos de desidratação. A fitofisionomia de SAR destacou-se das demais em quantidade do esclerênquima em suas amostras, provavelmente para favorecer a sustentação da planta e suportar os períodos prolongados de estiagem, sendo mais uma característica de ambientes xéricos.

Quanto as camadas do parênquima paliçádico, houve diferenciação apenas em *A. macrocarpon* que possui 2 camadas de células em CRT, as demais espécies apresentam uma única camada nas três fitofisionomias.

O limbo foliar das amostras das fitofisionomias de SAR e CRT apresentaram maior número de camadas de parênquima lacunoso. Esta diferenciação possivelmente está relacionada a características específicas das espécies para se adaptar ao ambiente em que estão inseridas.

Os feixes vasculares das amostras das fitofisionomias de SAR e CRT apresentaram periciclo com células de paredes mais espessadas quando comparado com as amostras de CDA. Desta maneira, periciclo dos feixes vasculares mais espessados foram observados em SAR e CRT, podendo ser considerada como estratégias adaptativas de plantas xeromórficas, por fornecer sustentação as espécies.

Canais secretores foram observados em algumas espécies dispersos na região da nervura central, estando em menor quantidade no CDA. A presença dessas estruturas secretoras nos órgãos em desenvolvimento podem conferir proteção contra agentes bióticos e abióticos (Rocha et al., 2011). Podendo desempenhar diferentes funções nas plantas, entre elas, a proteção de estruturas ou órgãos em desenvolvimento, retenção de água, reserva de carboidratos, redução da transpiração, proteção contra radiação, dispersando ou refletindo a luz incidente, proteção contra herbivoria e como adesivo na dispersão de sementes (Pimentel et al., 2011). Há também presença de canais secretores subepidérmicos dispersos nas duas faces da lâmina foliar de *M. splendens*. Para Donato e Morretes (2007), essa é uma característica marcante do mesofilo das Myrtaceae.

A. macrocarpon foi a única espécie que apresentou braquiesclereides disperso por toda lâmina foliar. A fitofisionomia de SAR se diferenciou das demais, por apresentar este caractere tanto no mesofilo quanto na nervura. Esta

característica pode estar ligada a função de sustentação dos tecidos, sendo uma característica própria da espécie.

As diferenças nos caracteres que puderam ser observados nas folhas das amostras em estudo demonstraram capacidade de plasticidade fenotípica nos diferentes ambientes, conferindo maior proteção as espécies, aqui consideradas determinantes para a sobrevivência das mesmas em cada fitofisionomia onde estão inseridas.

Conclusões

As fitofisionomias apresentaram diferenças anatômicas significativas com maior espessamento da nervura, do mesofilo, das paredes das células epidérmicas e maior índice estomático.

Nas fitofisionomias de SAR e CRT, as amostras apresentaram características consideradas indicadoras de xeromorfismo, tais como o notável espessamento das paredes das células epidérmicas e da cutícula, presença de grande quantidade de tricomas, folhas hipoestomáticas, esclerênquima e periciclo com células de paredes espessadas. As amostras da fitofisionomia de CDA apresentaram características de ambientes mesomórficos, como cutícula delgada, células epidérmicas com paredes menos espessadas e pouca quantidade de tricomas.

Referências bibliográficas

- ABRAMS, M. D.; MOSTOLLER, S. A. Gas exchange, leaf structure and nitrogen in contrasting successional tree species growing in open and understory sites during a drought. **Tree Physiology**, v. 15, n. 6, p. 361-70. 1995.
- ALVES, R. J. V.; KOLBEK, J. Can campo rupestre vegetation be floristically delimited based on vascular plant genera? **Plant Ecology**, v. 207, p. 67-79. 2010.
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia vegetal**. 2. Ed. Viçosa: ed. UFV, 2006.
- BARBOSA, R. I.; CAMPOS, C.; Pinto, F.; FEARNSIDE, P. M. The “Lavrados” of Roraima: Biodiversity and Conservation of Brazil's Amazonian Savannas. **Functional Ecosystems and Communities**, v. 1, p. 30-42. 2007.
- BIERAS, A. C. **Morfologia e anatomia foliar de dicotiledôneas arbóreo-arbustivas do Cerrado de São Paulo, Brasil**. 2006. 35 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.
- BOEGER, M. R. T.; KAEHLER, M.; MELO JÚNIOR, J. C. F.; GOMES, M. Z.; OLIVEIRA, L. S.; CHAVES, C. R. M.; SCHOTTZ, E. S. Estrutura foliar de seis espécies do subosque de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista. **Hoehnea**, v. 33, n. 4, p. 521-531. 2006.
- CUTTER, E. G. **Plant Anatomy: Experiment and Interpretation**. Part 1: Cells and tissues. 2. ed. London, William Clowes & Sons, Limited. 315 p., 1978.
- DICKISON, W.C. **Integrative Plant Anatomy**. USA, Academic Press. 533 p. 2000.
- DONATO, A. M.; MORRETES, B. L. de. Anatomia foliar de *Eugenia brasiliensis* Lam. (Myrtaceae) proveniente de áreas de restinga e de floresta. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 3, p. 426-443, 2007.
- FAHN, A.; CUTLER, D.F. **Xerophytes**. **Encyclopedia of plant taxonomy**. Berlin, Gebrüder Borntraeger. 1992.
- FACHIM, E.; GUARIM, V. L. M. S. Conservação da biodiversidade: Espécies da flora de Mato Grosso. **Acta Botânica Brasílica**, v. 9, n. 2, p. 281-287. 1995.
- FRANCINO, D. M. T. **Anatomia foliar de espécies de Chamaecrista Moench. (Leguminosae/Caesalpinioideae) ocorrentes em Campo rupestre**. 2006. 72 f. Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2006.
- FERREIRA, J. C. V. **Mato Grosso e seus Municípios**. Cuiabá - MT: Secretaria de Estado da Educação, 365 p. 2001.

FERNANDES, S. D. C.; FARIA, M. T.; CHAVES, B. E.; RIBEIRO, D. G. **Localização de sílica por elétrons retroespalhados na epiderme do colmo de espécies brasileiras de *Saccharum* L. (Poaceae)**. In: 63º Congresso Nacional de Botânica, 2012, Joinville-SC. Botânica frente às mudanças globais.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book Co. Inc. 523 p. 1940.

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.

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

KURZWEEL, H.; LINDER, H. P.; STERN, W. L.; PRIDGEON, A. M. Comparative vegetative anatomy and classification of *Diseae* (Orchidaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 117, p. 171-220. 1994.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Paulo, RiMA, 531 f, 2000.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Brasília, relatório técnico não publicado. Conservação internacional. 2004.

MARIMON, B. S.; FELFILI, J. M. Ethnobotanical comparison of “Pau Brasil” (*Brosimum rubescens* Taub.) forests in a Xavante Indian and a Non-Xavante community in eastern Mato Grosso state, Brazil. **Economic Botany**, v. 55, n. 4, p. 555-569. 2001.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA-MT). **Estudo de impacto ambiental – EIA, UHE Colíder**. Mato Grosso, v. 2. 218 p. 2009.

MEDRI, M. E.; LLERAS, E. Aspectos da anatomia ecológica de folhas de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. **Acta Amazônica**, v. 10, p. 463-493. 1980.

MEIRA, R. M. S. A.; MARTINS, F. M. Inclusão de material herborizado em metacrilato para estudos de anatomia vegetal. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 109-112, 2003.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T., SILVA, Jr. M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E.; FAGG, C. W. **Flora vascular do cerrado: Checklist com 12.356 espécies**. In: Cerrado: ecologia e flora, 2008, Planaltina, ed. EMBRAPA-CPAC, p. 417-1279. 2008.

MENDONÇA, M. P.; LINS, L. V. **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais**. Fundação Biodiversitas; Fundação Zoológica de Belo Horizonte, Belo Horizonte. 2000.

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

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Biodiversidade brasileira**. 2014. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em: 18 mar. 2014 "a".

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **O Bioma Cerrado**. 2014. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em: 18 mar. 2014 "b".

MORRETES, B. L.; FERRI, M. G. **Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado**. Universidade de São Paulo. São Paulo. 70 p. 1959.

OLIVEIRA, O. V. **O processo de produção da política de currículo em Ribeirão Cascalheira – MT (1969 a 2000): diferentes atores, contextos e arenas de uma luta cultural**. 2006. 264 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

OLIVEIRA, V. C.; SAJO, M. G. Anatomia foliar de espécies epífitas de Orchidaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 3, p. 365-374, 1999.

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.

PIMENTEL, R. R.; MACHADO, S. R.; ROCHA, J. F. Estruturas secretoras de *Pavonia alnifolia* (Malvaceae), uma espécie ameaçada de extinção. **Rodriguésia**, v. 62, n. 2, p. 253-262. 2011.

RATTER, J. A.; RICHARDS, P. W.; ARGENT, G.; GIFFORD, D. R. 1973. Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso: I. The woody vegetation types of the Xavantina-Cachimbo Expedition area. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**. Series B, Biological Sciences, v. 266, n. 880, p. 449-492, 1973.

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**, v. 1, p. 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.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. In Cerrado: ecologia e flora, 2008, Planaltina. (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds.). EMBRAPA-CPAC, Planaltina, p. 151-212. 2008.

ROCHA, J. F.; PIMENTEL, R. R.; MACHADO, S. R. Estruturas secretoras de mucilagem em *Hibiscus pernambucensis* Arruda (Malvaceae): distribuição, caracterização morfoanatômica e histoquímica. **Acta Botânica Brasílica**, v. 25, n. 4, p. 751-763. 2011.

ROESER, K. R. Die nadel der schwarzkiefer massenprodukt und kunstwerk der natur. **Mikrokosmos**, v. 61, n. 2, p. 33-36. 1962.

SILVA, I. V; MEIRA, R. M. S. A; AZEVEDO, A. A; EUCLYDES, R. M. de A. Estratégias anatômicas foliares de treze espécies de Orchidaceae ocorrentes em um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB) - MG, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 20, n. 3, p. 741-750. 2006.

SOMAVILLA, N. S; RIBEIRO, D. G. Análise comparativa da anatomia foliar de Melastomataceae em ambiente de vereda e cerrado sensu stricto. **Acta Botânica Brasílica**. v. 25, n. 4, p. 764-775. 2011.

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

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

ZANENGA-GODOY, R.; COSTA, C.G. Anatomia foliar de quatro espécies do gênero *Cattleya* Lindl. (Orchidaceae) do Planalto Central Brasileiro. **Acta Botânica Brasílica**, v. 17, n. 1, p. 101-118. 2003.

3.2 ESTUDO DE CASO: CONTRIBUIÇÕES AO ESTUDO DA ANATOMIA ECOLÓGICA DA ESPÉCIE *Qualea parviflora* Mart. OCORRENTE EM TRÊS FITOFISIONOMIAS NO ESTADO DO MATO GROSSO, BRASIL

¹Artigo submetido no periódico Acta Botânica Brasílica.

RESUMO – (Contribuições ao estudo da Anatomia Ecológica da espécie *Qualea parviflora* Mart. ocorrente em três fitofisionomias no Estado do Mato Grosso, Brasil). O presente estudo objetivou levantar as características anatômicas das folhas de *Qualea parviflora* Mart. presente em três fitofisionomias: Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (SAR), Cerrado Rupestre de Transição (CRT) e Cerradão (CDA). Os cortes anatômicos foram realizados a mão livre e corados com azul de astra e fucsina básica. Para a dissociação das epidermes foi utilizado o método de Jeffrey modificado. As amostras da fitofisionomia de CRT apresentaram células epidérmicas relativamente menores, maior quantidade de tricomas e mesofilo com poucos espaços entre as células em relação as demais fitofisionomias. As amostras da fitofisionomia de SAR apresentaram maior índice estomático, maior quantidade de esclerênquima envolvendo o feixe vascular da nervura central, feixes vasculares secundários com células de paredes mais espessadas, com bainha que se estende até as células epidérmicas em ambas as faces. As amostras da fitofisionomia de CDA apresentaram caracteres de ambientes mesomórficos, como cutícula mais delgada. Pôde-se concluir que as espécies que ocorrem em SAR e CRT apresentaram mais características de ambientes xeromórficos que estão relacionadas ao ambiente de ocorrência.

Palavras-chave: Adaptações, Amazônia, Cerrado, Condições Ambientais.

ABSTRACT - (Contributions to the study of the Ecological Anatomy of the species *Qualea parviflora* Mart. occurring in three phytophysiognomies in Mato Grosso State, Brazil). This study aimed to gather the anatomical characteristics of the leaves of *Qualea parviflora* Mart. present in three phytophysiognomies: Amazon Savanna on rocky outcrops (ASR), Rupestrian Cerrado of Transition (RCT) and Cerradão (CDA). The anatomical cuts were made freehand and they were stained with astra blue and basic fuchsin. For the dissociation of the epidermis it was used the method of Jeffrey modified. The samples from the RCT phytophysiognomy presented epidermal cells relatively smaller, larger amount of trichomes and mesophyll with few spaces between cells, in comparison with the other phytophysiognomies. The samples from the ASR phytophysiognomy presented higher stomatal index, larger amount of sclerenchyma involving the vascular bundle of the midrib, secondary vascular bundles with thicker cell wall, with sheath extending to the epidermal cells on both sides. The samples from the CDA phytophysiognomy presented characters of mesomorphic environments such as a thinner cuticle. It is concluded that ASR and RCT presented more characteristics of xeromorphic environments that are related to the occurring environment.

Keywords: Adaptations, Amazon, Cerrado, Environmental conditions.

Introdução

O Estado do Mato Grosso possui uma vasta área biogeográfica, com alta diversidade de espécies vegetais distribuída entre os biomas existentes, Amazônia, Cerrado e Pantanal. O Cerrado possui diferentes fitofisionomias onde poucos estudos são encontrados, principalmente estudos comparativos relacionados a anatomia ecológica.

A espécie *Qualea parviflora* Mart. foi coletada em três diferentes fitofisionomias que se destacam no Mato Grosso, Cerrado Rupestre de Transição, Cerradão e Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos. O Cerrado Rupestre de Transição e o Cerradão são fitofisionomias do bioma Cerrado, sendo de extrema importância a realização de estudos anatômicos e ecológicos por serem consideradas áreas ameaçadas por atividades de uso do solo nestas regiões, principalmente pela expansão das atividades agrícolas. A Savana Amazônica é uma área de savana dentro do bioma Amazônia. Esses enclaves savânicos ocorrem ainda sobre solos com afloramentos rochosos (Zappi et al., 2011). Esta área possui grande importância para estudos ecológicos, anatômicos, fisiológicos e taxonômicos, por estarem encravadas no interior de um domínio de natureza totalmente diferente. Não obstante, esta área de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos está sofrendo ameaças com atividades exploratórias em suas proximidades, como por exemplo a usina hidrelétrica.

A anatomia vegetal além de contribuir com a taxonomia de espécies, gêneros e famílias, trata-se de uma importante ferramenta para o apontamento de possíveis adaptações relacionadas aos diferentes fatores abióticos que predominam em determinadas fitofisionomias.

Qualea parviflora Mart. faz parte da família Vochysiaceae A. Saint-Hilaire e da ordem Myrtales (APG III, 2009). Ratter et al., (1996) analisando a composição florística de 98 áreas de cerrado e de Savanas Amazônicas, verificaram que essa espécie esteve presente, respectivamente, em 71% e 60% das áreas estudadas. Isto mostra a relevante importância de *Q. parviflora* para os respectivos biomas. Esta importância é confirmada pelo levantamento fitossociológico em uma toposseqüência de cerrado no município de Nova Xavantina, realizado por Marimon et al., (1998).

O objetivo do presente estudo foi levantar as características anatômicas das folhas de *Qualea parviflora* Mart. e relacionar as possíveis diferenças dos caracteres anatômicos da espécie nas condições ambientais de cada região onde está inserida.

Material e métodos

Folhas de *Qualea parviflora* Mart. foram coletadas em três fitofisionomias do Estado de Mato Grosso: Cerrado Rupestre de Transição, Cerradão e Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos. O Cerrado Rupestre de Transição é uma das fitofisionomias do bioma Cerrado, sendo uma área sobre afloramentos rochosos, localizado em uma região de transição entre dois Biomas Cerrado e Amazônia, no município de Ribeirão Cascalheira-MT. O Cerradão trata-se de uma área sobre solos sedimentados predominante em cerrado típico, localizado no município de Nova Xavantina-MT. A Savana Amazônica é uma área de savana dentro do bioma Amazônia, no município de Nova Canaã do Norte-MT.

Para análise anatômica o material botânico foi coletado e fixado em FAA₅₀ e após 48 horas preservado em etanol 70% (Johansen, 1940). Secções transversais da região mediana das folhas foram obtidas à mão livre, com auxílio de lâminas de barbear e coradas com azul de astra e fucsina básica (Kraus e Arduin, 1997).

Para a análise da epiderme foliar foram feitos cortes paradérmicos na superfície adaxial e abaxial à mão livre, com lâmina de barbear e utilizado o método de dissociação de Kraus e Arduin (1997) modificado, onde as porções foliares foram colocadas em tubos de ensaio com água oxigenada (30 volumes) 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 glicerizada.

As imagens 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). Pranchas foram confeccionadas para evidenciar o padrão anatômico dos espécimes em cada região.

Resultados

Em vista frontal, nas folhas de *Qualea parviflora* Mart. das três fitofisionomias (Fig. 1A-C), as paredes anticlinais das células epidérmicas apresentam contorno reto em ambas as faces, apresentando padrão diferenciado de tamanho no decorrer da lâmina. Foi observado nas folhas de *Q. parviflora* da região de Cerrado Rupestre de Transição (CRT) uma diferenciação no tamanho das células epidérmicas das demais amostras de Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (SAR) e Cerradão (CDA), apresentando células relativamente menores.

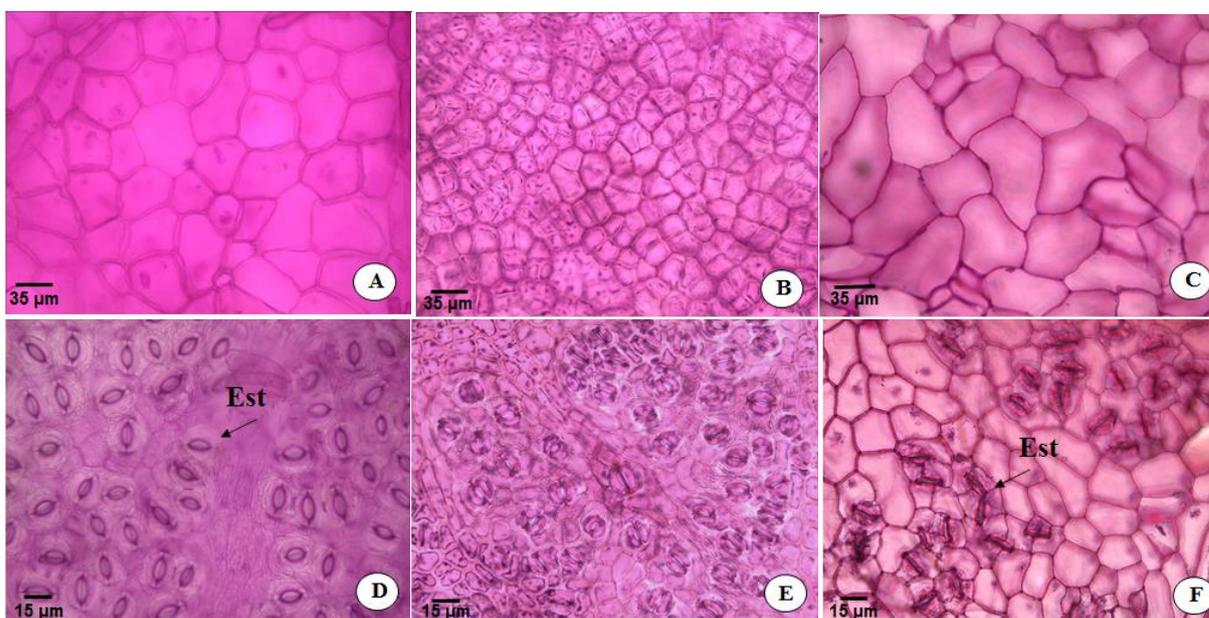


Figura 1. Vista frontal da face adaxial e abaxial de folhas de *Qualea parviflora* Mart. Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (A e D, respectivamente), Cerrado Rupestre de Transição (B e E, respectivamente) e Cerradão (C e F, respectivamente). (Est-estômatos).

Em secção transversal, observa-se que as folhas (Fig. 3A-E) são revestidas por cutícula lisa e delgada, sendo mais espessa, sobretudo na face adaxial. Em amostras do CDA (Figs. 3A, 3D) a cutícula apresenta-se ainda mais delgada. A epiderme uniestratificada, cujas paredes das células são espessadas e lignificadas. Cristas estomáticas são cobertas por cutícula (Fig. 3G-I).

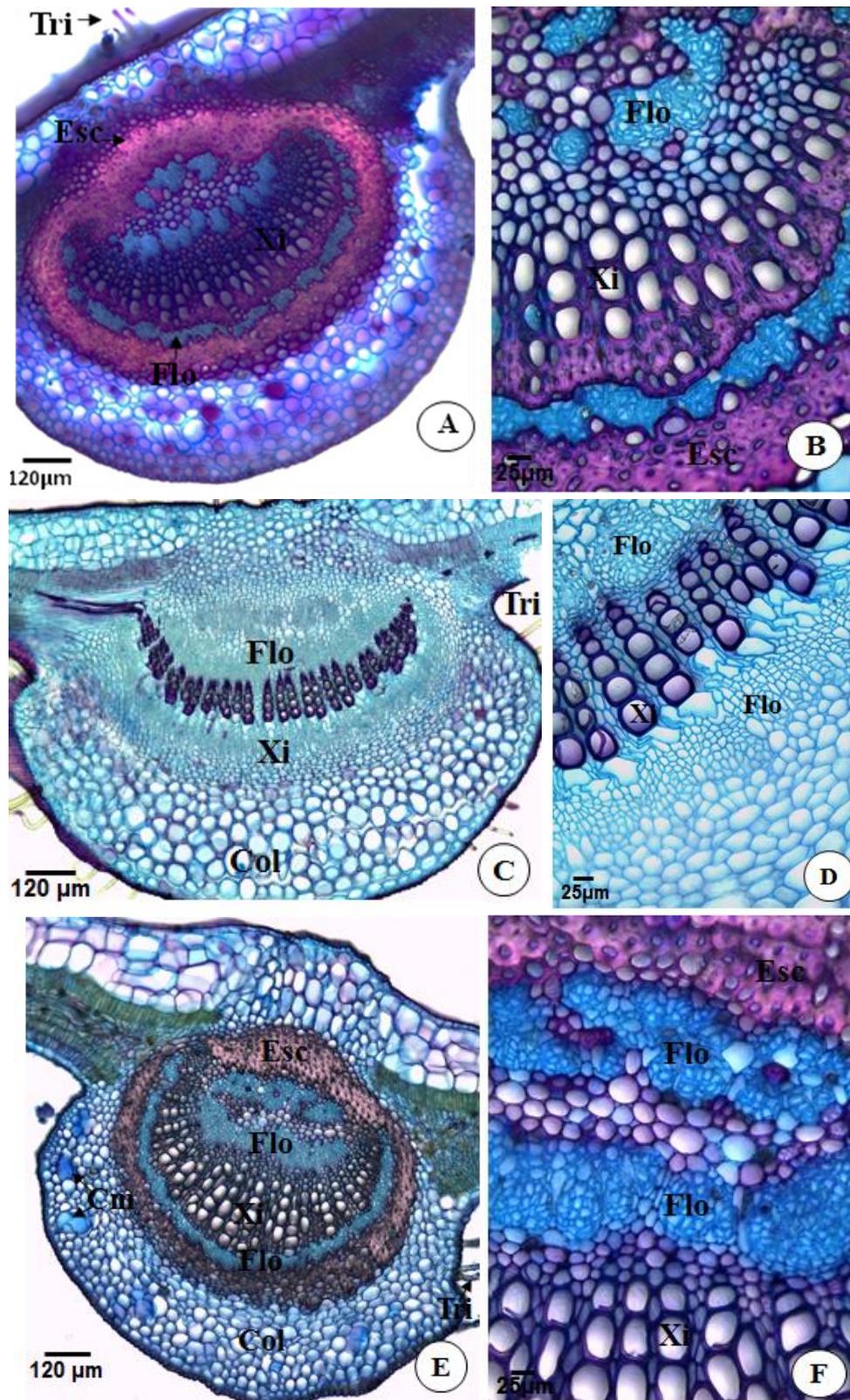


Figura 2. Nervura da folha de *Qualea parviflora* Mart. Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (A), Cerrado Rupestre de Transição (C) e Cerradão (E). Feixes vasculares de SAR (B), CRT (D) e CDA (F). (Col-Colôquima, Xi-xilema, Flo-floema, Esc-esclerênquima, Tri-tricomas e Cm-Canais de Mucilagem).

As folhas são hipoestomáticas (Fig. 1D-E), com células guardas de formato reniforme, sendo que no CDA estas são mais alongadas que nas demais fitofisionomias. Os estômatos são anomocíticos em todas as amostras, podendo ser visualizados estômatos também anisocíticos no CDA. Encontram-se no mesmo nível ou levemente acima das demais células epidérmicas, estando distribuídos de maneira heterogênea e em maior quantidade nas amostras de SAR (Fig. 1D).

A nervura central (Fig. 2A, 2C, 2E) possui diferenciação quanto aos tricomas tectores nas três fitofisionomias. São encontrados apenas na superfície adaxial e em menor quantidade nas amostras de SAR, em ambas as faces nas amostras de CRT e apenas na superfície abaxial em amostras de CDA.

Observa-se na nervura central (Fig. 2A-E) presença de colênquima lacunar, próximos à epiderme, em ambas as faces, com maior presença desse tecido nas amostras de CRT e alguns canais secretores entre as células do colênquima nas amostras de CDA (Fig. 2E), diferindo das amostras das fitofisionomias de SAR e CRT.

Há maior quantidade de esclerênquima envolvendo o feixe vascular da nervura central nas amostras de SAR (Fig. 2D) em comparação as amostras de CRT e CDA. O floema envolve o xilema quase que completamente, possuindo interrupções no seu entorno nas amostras das fitofisionomias de SAR e CDA, já nas amostras do CRT (Fig. 2C) o xilema é envolvido totalmente pelo floema.

O mesofilo do limbo foliar é dorsiventral (Fig. 3A-E). Antes do parênquima paliçádico ocorrem duas a três camadas de células parenquimáticas mais volumosas na face adaxial. Logo abaixo, observa-se parênquima paliçádico, estando disposto apenas próximo a superfície adaxial, constituído de uma a duas camadas de células. O parênquima lacunoso apresenta-se com três a quatro camadas e poucos espaços entre as células, principalmente nas amostras da fitofisionomia de CRT (Fig. 3B, 3E).

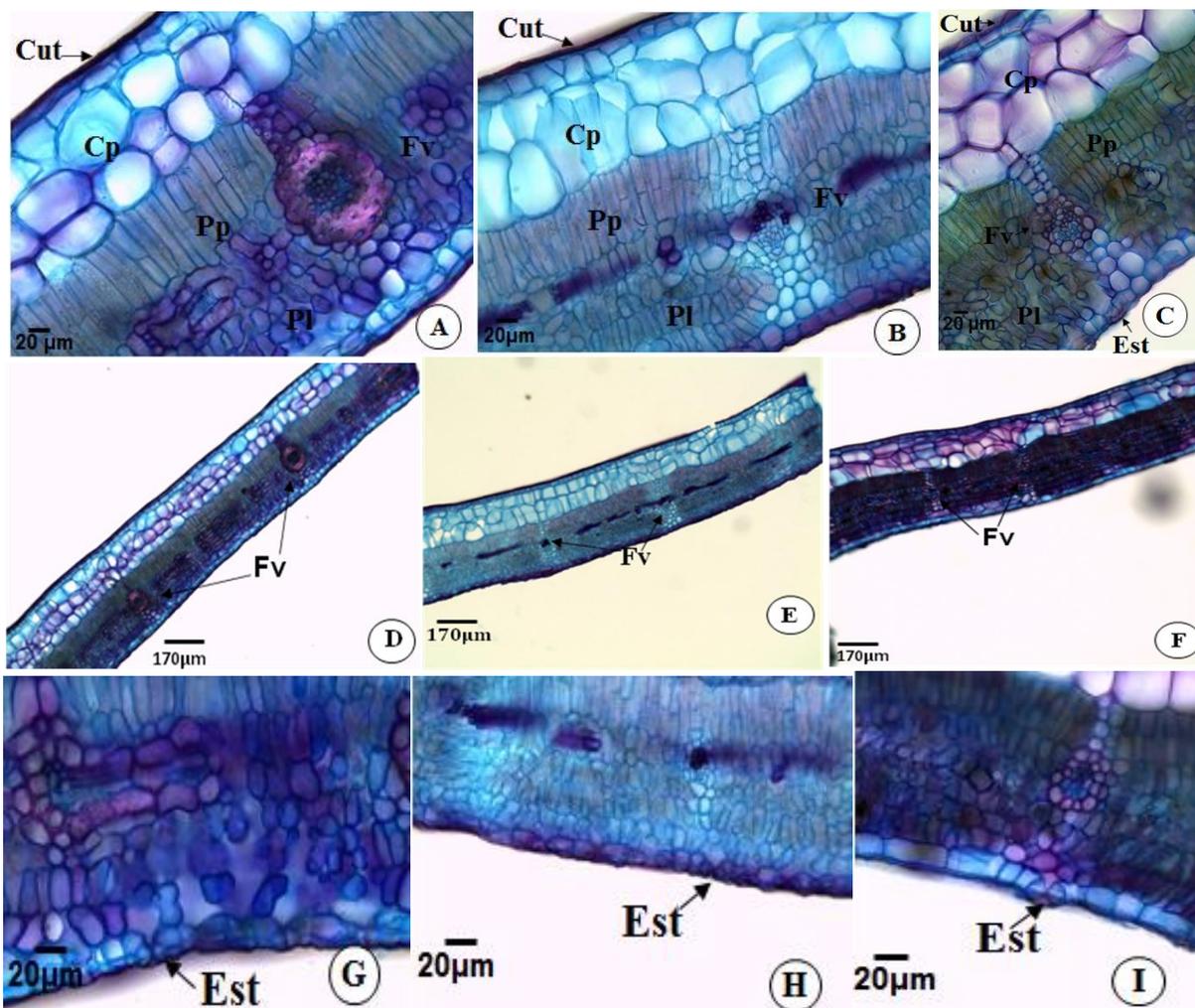


Figura 3. Mesofilo de *Qualea parviflora* Mart. Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (A), Cerrado Rupestre de Transição (B) e Cerradão (C). Feixes vasculares de SAR (D), CRT (E) e CDA (F). Estômatos de SAR (G), CRT (H) e CDA (I) (Cut-cutícula, Fv-feixe vascular, Pp-parênquima paliçádico, Pl-parênquima lacunoso, Est-estômatos e Cp-células parenquimáticas).

Os feixes vasculares são colaterais (Fig. 3G-I) e o periciclo apresenta células de paredes mais espessadas em amostras de SAR quando comparado com as amostras de CRT e CDA. As fibras da bainha apresentam extensão até as células epidérmicas em ambas as faces. Encontra-se uma única série de feixes vasculares, alternados entre maiores e menores no decorrer da lâmina.

Discussão

As folhas são os órgãos das plantas responsáveis pela captação de energia solar e pelas trocas gasosas, para a realização da fotossíntese e suas variações anatômicas podem ser interpretadas como forma de adaptação aos diferentes ambientes em que as plantas ocorrem Sakita e Kolb (2014) e expressam uma variedade de caracteres morfológicos e anatômicos influenciados normalmente por fatores climáticos, edáficos e bióticos (Esau, 1976; Givnish, 1984).

A anatomia foliar sobretudo é altamente especializada para a absorção de luz Castro et al., (2007). As adaptações vegetativas de órgãos ou estruturas estão relacionadas com a prevenção ou redução à perda de água, comum em plantas de ambientes xéricos ou que vivem sobre rochas (Aoyama e Mazzoni-Viveiros, 2006).

Acredita-se que esta diferenciação observada no tamanho das células epidérmicas nas fitofisionomias de Cerrado Rupestre de Transição (CRT) e da Savana Amazônica sobre afloramentos rochosos (SAR) possivelmente está relacionada à características específicas da espécie para se adaptar ao ambiente em que está inserida. Para Castro et al., (2007) as adaptações das células comuns e especializadas da epiderme são fundamentais para o processo de adaptação das plantas a diferentes condições ambientais, otimizando, principalmente, o processo de trocas gasosas entre perda de água por transpiração e absorção de CO₂, necessários à fotossíntese. Diversos trabalhos como de Bieras e Sajo (2009) e Rossatto (2011) têm demonstrado que modificações da epiderme são distintas em diferentes espécies, principalmente quanto às mudanças nos níveis de radiação.

Os estômatos apresentam grande importância em estudos anatômicos, envolvendo diferentes ambientes e níveis de radiação, uma vez que o aumento da frequência estomática em folhas expostas a elevada irradiância pode ser um mecanismo importante de adaptação das espécies às condições mais áridas (Abrams e Mostoller, 1995). Os estômatos de *Q. parviflora* são maiores e estão distribuídos em maior quantidade nas amostras de SAR. De acordo com Medri e Lleras (1980) em condições xéricas, a folha necessita aproveitar o tempo limitado de alta umidade relativa para realizar as trocas gasosas, o que poderá ser mais eficiente quanto maior for a área estomática útil. Ainda, Larcher (2000) afirma que quantidade, distribuição, tamanho, forma e mobilidade dos estômatos são características específicas de cada espécie e podem se alterar em função das adaptações às

condições ambientais. Desta forma, *Q. parviflora* apresentou maior quantidade de estômatos em SAR, sendo uma estratégia para aumentar a taxa fotossintética nos períodos de maior umidade relativa do ar, já que esta fitofisionomia possui vegetação aberta com grande incidência solar.

A diferenciação na disposição dos tricomas tectores nas faces das folhas de *Q. parviflora* nas três fitofisionomias podem estar relacionadas com adaptação da espécie. Fanh e Cutler (1992) mencionam que os tricomas tectores são estruturas importantes na adaptação de plantas em ambientes xéricos, pois mantém uma atmosfera saturada de vapor de água em torno da folha.

O fato de apenas as folhas de *Q. parviflora* das amostras de CRT apresentarem tricomas em ambas as faces, pode estar relacionado a característica típica da região de menor pluviosidade e de intensa luminosidade por se tratar de uma área aberta, onde há grande incidência solar na maior parte do ano. Esta afirmação corrobora com Lin e Ehleringer (1983) afirmando que os tricomas tectores atuam na reflexão da luminosidade. Adicionalmente, Sandquist e Ehleringer (1997) afirmam que isso se deve ao fato de que estes apêndices epidérmicos diminuem a taxa de transpiração, tanto pelo aumento da reflexão da radiação solar, que reduz a temperatura, quanto pelo espessamento da camada de ar retido acima da folha que funciona como barreira à perda de água. Manetas (2003) comprovou ainda que os tricomas podem proteger os tecidos contra danos causados por raios UV-B.

A cutícula delgada, em secção transversal nas amostras do CDA, pode ser interpretada provavelmente pelo fato do Cerradão ser uma área de floresta, possuindo maior sombreamento, diferenciando das fitofisionomias de SAR e CRT que são áreas mais abertas, estando sujeitas a condições ambientais mais extremas. A cutícula é uma estrutura hidrofóbica responsável pela redução da transpiração cuticular e da lixiviação de nutrientes e ainda protege a folha contra ações dos ventos e da invasão de fungos (Turner, 1994) e ela espessa mais à medida que aumenta a intensidade luminosa do ambiente, assim como observado por Bieras e Sajo (2009) em estudos anatômicos de espécies de cerrado. Em estudo realizado por Martinez e Medri (1985) foi observado que a cutícula é mais espessa nas folhas situadas em extratos superiores, onde recebem maior luminosidade.

O fato do mesofilo possuir poucos espaços intercelulares, principalmente nas amostras da fitofisionomia de CRT, ressalta para um aspecto típico de plantas xeromórficas. A diminuição de apoplasto dificulta a dissipação do vapor d'água, conferindo uma melhor adaptação das espécies (Fahn e Cutler, 1992).

Os fatores ambientais afetam as dimensões e até mesmo o arranjo dos elementos vasculares (Alves e Angyalossy-Alfonso, 2000). Desta maneira, a maior quantidade de esclerênquima envolvendo o feixe vascular da nervura central de *Q. parviflora* e ainda os feixes vasculares com periciclo mais espessado nas amostras de SAR, pode estar atuando como estratégia de adaptação para períodos de seca prolongados, desempenhando papel de proteção mecânica para a folha. Fibras mais numerosas e de paredes mais espessas nos pólos do floema são comuns nas folhas de cerrado Bieras e Sajo (2009) e são consideradas de acordo com Rudall (1986) como caráter xeromórfico.

As diferenças de caracteres anatômicos aqui apresentadas são de grande importância, pois mostram que a espécie se adapta a diferentes ambientes, demonstrando uma plasticidade e contribuindo para a proteção das folhas aos fatores bióticos e abióticos diversos que estão sujeitas, garantindo assim a sobrevivência da espécie.

Conclusão

A anatomia das folhas de *Q. parviflora* apresenta estruturas tipicamente xeromorfas, que conferem proteção mecânica foliar para a adaptação desta espécie no seu ambiente natural. As características apresentadas nas fitofisionomias de SAR e CRT, como tricomas tectores em ambas as faces, cutícula mais espessada, mesofilo com poucos espaços intercelulares, presença de maior quantidade esclerênquima na nervura central e de periciclo espessado nos feixes vasculares do mesofilo foliar são características de ambientes xeromórficos, que proporcionam proteção das folhas a fatores abióticos e bióticos do ambiente. Os resultados obtidos indicam a importância de investigações no que diz respeito à diferenças de caracteres anatômicos em detrimento às condições ambientais no qual a espécie está inserida, pois demonstram plasticidade ao apresentar capacidade de adaptação em suas estruturas anatômicas nas diferentes fitofisionomias.

Agradecimentos

À Universidade do Estado de Mato Grosso do campus de Alta Floresta, especificamente ao Programa de pós graduação – PPGBioAgro e equipe do laboratório de Biologia Vegetal. Ao biólogo Marcos José Gomes Pessoa (UNEMAT), por todo apoio prestado, principalmente pelo auxílio na coleta das espécies nas três fitofisionomias.

Referências bibliográficas

- ABRAMS, M. D.; MOSTOLLER, S. A. Gas exchange, leaf structure and nitrogen in contrasting successional tree species growing in open and understory sites during a drought. **Tree Physiology**, v. 15, n. 6, p. 361-70. 1995.
- AGUIAR, T. V.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; AZEVEDO, A. A.; FERREIRA, R. S.; Anati quanti: software de análises quantitativas para estudos em anatomia vegetal. **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 649-659. 2007.
- ALVES, E. S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood of some Brazilian species 1: growth rings and vessels. **IAWA Journal**, v. 21, p. 3-30. 2000.
- AOYAMA, E. M.; MAZZONI-VIVEIROS, S. C. **Adaptações estruturais das plantas ao ambiente**. Instituto de Botânica – ibt. Programa de pós graduação em Biodiversidade vegetal e Meio ambiente. Curso de capacitação de monitores e educadores. São Paulo, outubro de 2006.
- BIERAS, A. C.; SAJO, M. G. Leaf structure of the cerrado (Brazilian savanna) woody plants. **Trees**, v. 23, p. 451–471. 2009.
- CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; SOARES, A. M.; MELO, H. C.; BERTALUCCI, S. K. V.; VIEIRA, C. V. JÚNIOR, E. C. L. Adaptações anatômicas de folhas de *Mikania glomerata* Sprengel (Asteraceae), em três regiões distintas da planta, em diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Plantas Medicináveis**, Botucatu, v. 9, n. 2, p. 8-16. 2007.
- ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo, Edgard Blücher. 293p. 1976.
- FAHN, A.; CUTLER, D. **Xenophytes**. Berlim: Gebruder Borntraeger. 176p. 1992.
- GIVNISH, T. J. Leaf and canopy adaptations in tropical forests. In: E. Medina; H.A. Mooney & C. Vasques-Yanes (eds.). 1984. **Physiological ecology of plants in the wet tropics**. Dr. W. Junk Publishers, The Hague, p. 51-84. 1984.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book Co. Inc. 523 p. 1940.
- KRAUS, J. E.; ARDUIN, A. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro, Seropédica. 1997.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 531 p. 2000.
- LIN, Z. F.; EHLERINGER, J. **Epidermis effects on spectral properties of leaves of four herbaceous species**. *Physiologia Plantarum*. v. 59, p. 91-94. 1983.
- MANETAS, Y. The importance of being hairy: the adverse effects of hair removal on stem photosynthesis of *Verbascum speciosum* are due to solar UV-B radiation. **New**

Phytologist, v. 158, p. 503-508. 2003.

MARIMON, B. S.; VARELLA, R. F.; MARIMON, J. B. H. 1998. **Fitossociologia de uma área de cerrado de encosta em Nova Xavantina, Mato Grosso**. Boletim do Herbario Ezechias Paulo Heringer, v. 3, p. 82-101. 1998.

MARTINEZ, M. M.; MEDRI, M. E. Alguns aspectos da anatomia-ecológica de *Persea americana* Mill (abacateiro) e interpretações fisio-ecológicas. **Semina**, v. 6, n. 3, p. 140-146. 1985.

MEDRI, M. E.; LLERAS, E. Aspectos da anatomia ecológica de folhas de *Hevea brasiliensis* Muell. **Revista Acta Amazônica Brasileira**, v. 10, p. 463-493. 1980.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; ATKINSON, R.; RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the brazilian cerrado vegetation II: Comparison of the woody vegetation of 98 areas. **Edinburgh Journal of Botany**. v. 53, n. 2, p. 153-180. 1996.

ROESER, K. R. Die nadel der schwarzkiefer massenprodukt und kunstwerk der natur. **Mikrokosmos**, v. 61, n. 2, p. 33-36. 1962.

ROSSATO, D. R. **Grupos funcionais em plantas do cerrado sensu stricto: utilização de recursos hídricos, variabilidade e efeito filogenético em parâmetros estruturais e funcionais foliares**. 2011. 137 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília. Instituto de Ciências Biológicas. Brasília, 2011.

RUDALL, P. Taxonomic significance of leaf antomy in Australasian Iridaceae. **World Journal of Botany**, v. 6, p. 277-289. 1986.

SAKITA, H. Y.; KOLB, R. M. Por dentro das folhas de plantas do cerrado. **Aprendendo Ciência**. Assis-SP, v. 3, n. 1, p. 6-9. 2014.

SANDQUIST, D. R.; EHLERINGER, J. R. Intraspecific variation of leaf pubescence and drought response in *Encelia farinosa* associated with contrasting desert environments. **New Phytologist**, v. 135, p. 635-644. 1997.

TURNER, I. M. Sclerophylly: primarily protective? **Functional Ecology**, v. 8. p. 669-675. 1994.

ZAPPI, D. C.; SASAKI, D.; MILLIKEN, W.; PIVA, J.; HENICKA, G. S.; BIGGS, N.; FRISBY, S. Plantas vasculares da região do Parque Estadual Cristalino, Norte de Mato Grosso, Brasil. **Acta Amazônica Brasileira**, v. 41, n. 1, p. 29-30. 2011.

CONCLUSÕES GERAIS

As folhas de *Qualea parviflora*, *Anacardium occidentale* e *Aspidosperma macrocarpon* da região de Cerrado Rupestre de Transição (CRT) apresentam células epidérmicas relativamente menores que nas demais fitofisionomias.

As células epidérmicas de *Vatairea macrocarpa*, *Emmotum nitens* e *Myrcia splendens* de CRT, também se diferenciam em tamanho e espessura, entretanto estas são maiores, mais espessadas e lignificadas.

Anacardium occidentale e *Aspidosperma macrocarpon* apresentam células adaxiais menores em relação as abaxiais apenas na fitofisionomia de CRT, mas apresenta diferenciação significativa quanto à espessura das paredes epidérmicas, estando bem mais espessadas que nas demais fitofisionomias.

Em *Vochysia rufa*, as paredes das células epidérmicas diferenciam das demais na região de SAR, sendo ligeiramente menores, porém mais espessas.

Vatairea macrocarpa e *Anacardium occidentale* diferenciam entre as regiões possuindo paredes das células epidérmicas mais sinuosas nas amostras da região de CDA.

Em *V. macrocarpa* foi observado presença de sílica apenas nas amostras da região de SAR. *Aspidosperma macrocarpon* e *Myrcia splendens*, a presença de sílica foi observada apenas nas amostras do CRT.

Anacardium occidentale é a única espécie que possui folhas anfiestomáticas, as demais espécies são hipoestomáticas.

Em *Qualea parviflora* são encontrados tricomas apenas na superfície adaxial e em pouquíssima quantidade nas amostras de SAR, em ambas as faces nas amostras de CRT e apenas na superfície abaxial em CDA. Os tricomas da espécie *Aspidosperma macrocarpon* da fitofisionomia de SAR e CDA estão presentes apenas na face abaxial e em CRT estão presentes em ambas as faces.

Os feixes vasculares de *Qualea parviflora* possui periciclo com parede de células mais espessada em amostras de SAR. A bainha pericíclica de *Anacardium occidentale* possui parede mais espessada nas amostras de SAR e CRT. E apenas *Vatairea macrocarpa* apresenta mais espessamento nas amostras de CDA.

Canais secretores foram observados no centro da nervura em *Vatairea macrocarpa* e *V. rufa*, nas duas faces de *Myrcia splendens* e em *Anacardium*

occidentale os canais secretores ocorrem dispersos na região da nervura central, estando em menor quantidade nas amostras do CDA.

Aspidosperma macrocarpon é a única espécie que apresenta braquiesclereides em toda lâmina foliar, apresentando maior quantidade nas amostras da fitofisionomia de SAR.

As amostras das três fitofisionomias apresentaram diferenças anatômicas significativas, sendo que na fitofisionomia de SAR e CRT ocorrem características consideradas indicadoras de xeromorfismo, tais como o notável espessamento das paredes epidérmicas e da cutícula, presença de tricomas, folhas hipoestomáticas, esclerênquima e periciclo com células de paredes espessadas. A região de CDA apresentou características de ambientes mesomórficos.