



Universidade Estadual de Goiás  
Unidade de Ciências Exatas e Tecnológicas  
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais do Cerrado

ELAINE FERREIRA DE OLIVEIRA

**MORFOANATOMIA E MICROMORFOLOGIA COMPARADA DAS FOLHAS DE  
ESPÉCIES DE *Psidium* L. (MYRTACEAE) DO CERRADO GOIANO**

Anápolis  
2015

ELAINE FERREIRA DE OLIVEIRA

**MORFOANATOMIA E MICROMORFOLOGIA COMPARADA DAS FOLHAS DE  
ESPÉCIES DE *Psidium* L. (MYRTACEAE) DO CERRADO GOIANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
*Stricto Sensu* em Recursos Naturais do Cerrado, da  
Universidade Estadual de Goiás para obtenção do título de  
Mestre em Recursos Naturais do Cerrado.

Orientadora: Profa. Dra. Joelma Abadia Marciano de Paula  
Co-Orientadora: Profa. Dra. Mirley Luciene dos Santos

Anápolis  
2015

Oliveira, Elaine Ferreira de.

Morfoanatomia e micromorfologia comparada das folhas de espécies de *Psidium* L. (Myrtaceae) do Cerrado Goiano/ Elaine Ferreira de Oliveira. \_2015.

122 f.: figs, tabs

Orientadora: Profa. Dra. Joelma Abadia Marciano de Paula

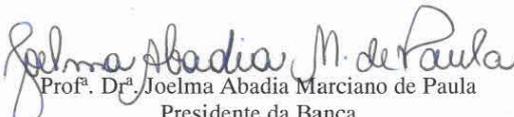
Dissertação (Mestrado) \_ Universidade Estadual de Goiás, Câmpus de Ciências Exatas e Tecnológicas, 2015.

Bibliografia.

ELAINE FERREIRA DE OLIVEIRA

MORFOANATOMIA E MICROMORFOLOGIA  
COMPARADA DAS FOLHAS DE ESPÉCIES DE  
*PSIDIUM* (MYRTACEAE) DO CERRADO GOIANO

Dissertação defendida no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos  
Naturais do Cerrado da Universidade Estadual de Goiás,  
para a obtenção do grau de Mestre, aprovada em 27 de fevereiro de 2015, pela  
Banca Examinadora constituída pelos seguintes professores:

  
Prof.ª. Dr.ª Joelma Abadia Marciano de Paula  
Presidente da Banca  
Universidade Estadual de Goiás

  
Prof.ª. Dr.ª Maria Helena Rezende  
Membro externo  
Universidade Federal de Goiás

  
Prof. Dr. Plauto Simão de Carvalho  
Membro interno  
Universidade Estadual de Goiás

## **DEDICATÓRIA**

Ao meu esposo, com amor, admiração e gratidão por sua compreensão, carinho, presença e incansável apoio ao longo do período de elaboração deste trabalho. Obrigada por ter permanecido ao meu lado, me incentivando e compartilhando angústias e dúvidas sempre com sua mão amiga estendida... principalmente nos momentos mais difíceis.

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela vida e a possibilidade de empreender mais essa conquista, por propiciar tantas oportunidades de estudos e por colocar em meu caminho pessoas amigas e preciosas.

À MINHA FAMÍLIA, especialmente ao meu esposo e incondicional companheiro. À minha mãe Dalila e meu pai Romer por me terem dado educação, valores e que, muitas vezes, renunciaram aos seus sonhos para que eu pudesse realizar o meu. À minha irmã Aline, minhas tias Mariane e Luiza e a todos os outros parentes que, mesmo longe, se mantiveram incansáveis em suas manifestações de apoio e carinho. A Brunna e a Maria Eduarda minhas meninas... quase filhas. Aos meus sogros que, mesmos distantes, sempre cuidam de mim. E não poderia deixar de agradecer à minha vovó Maria (*in memoriam*), que se orgulhava tanto de mim, amor incondicional eterno.

AOS IRMÃOS, que Deus colocou em minha vida e escolhi para conviver: Adriana, Patricia, Eliane, Érica, Jannine, Paula, Fátima, Maria Adriana, Clayton, Elaine (xará), Murillo, Robertha, Ricardo, Luciana, Mara Rúbia, Eude, Wilson, Alex entre outros. Amo vocês.

AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO RENAC, representado pelo professor Dr. João Carlos Nabout e pela professora Dra. Héliida Ferreira Cunha pelos momentos partilhados, sem esmorecimento e a todos os PROFESSORES que fizeram parte desse caminhar.

À MINHA ORIENTADORA, profa. Dra. Joelma Abadia Marciano de Paula, um exemplo de profissionalismo e competência, agradeço por todos os momentos de paciência, compreensão, dedicação, conselhos e incentivo. Obrigada por compartilhar um pouco de seu conhecimento, e não ter permitido que eu desistisse as várias vezes, que por motivos de saúde, eu achei que não conseguiria continuar...

À MINHA CO-ORIENTADORA, profa. Dra. Mirley Luciene dos Santos, pela disponibilidade manifestada para co-orientar este trabalho, pela preciosa ajuda nas coletas e identificações das espécies em estudo, pela acessibilidade e confiança que sempre me concedeu, enfim, por todo carinho e atenção sempre prestada.

ÀS PROFESSORAS Dra. Maria Helena Rezende e Dra. Samantha Salomão Caramori que aceitaram compor minha banca de qualificação, pelas sugestões e análises significativas às quais enriqueceram a etapa final de desenvolvimento da pesquisa. Também não poderia deixar de agradecer à professora. Dra. Josana de Castro Peixoto por todas as sugestões e orientações.

AOS AMIGOS de Mestrado que compartilharam comigo esses momentos de aprendizado, especialmente à ÉRICA, CÁSSIA pela amizade, auxílio, sorrisos, medos e vitórias durante o curso. Um agradecimento em especial ao PEDRO que por quantas vezes, me estendeu a mão, sem receber nada em troca, me ajudou e ensinou durante as disciplinas, principalmente estatística. A todos os colegas da primeira turma do RENAC deixo meus sinceros agradecimentos.

ÀS AMIGAS de pesquisa: DEBBORAH E ARIANE, sem vocês meninas... eu não teria conseguido! Obrigada pelos momentos de descontração, das coletas, dos risos, dos medos, dos incentivos, da troca de conhecimentos, da amizade e carinho que sempre tiveram comigo.

AOS FUNCIONÁRIOS DA UEG, pela ajuda técnica personalizada nas inúmeras fases da pesquisas, ao senhor Valdomiro que sempre com aquele sorriso não mede esforços para me ajudar. À Carla técnica do LAB, amiga de longa data que sempre me auxiliou em tudo que estivesse ao seu alcance. À Dona Maristela responsável pelo herbário. À professora Solange que sempre me apoiou e disponibilizou o uso dos equipamentos nos laboratórios.

À NINA, que sempre com tanto carinho, paciência e calma, nunca mediu esforços para me apoiar. Obrigada pela amizade sempre a mim dedicada.

AOS TÉCNICOS E PROFESSORES do Laboratório de Microscopia Eletrônica da Universidade de Brasília- UnB por me receberem tão bem, me ajudarem e me ensinarem com tanta atenção e carinho.

Agradeço em especial à BASE AÉREA DE ANÁPOLIS- BAAN, pelo apoio ao projeto, nos oferecendo todas as ferramentas possíveis para que a pesquisa fosse realizada com êxito. Ao sargento River por nos acompanhar em todas as coletas e nos prestigiar com seu conhecimento empírico sobre as espécies vegetais encontradas na BAAN.

AO JAIR EUSTAQUIO FARIA-JUNIOR, amigo de graduação, pela ajuda nas identificações das espécies estudadas, e pela disponibilidade em contribuir com este estudo.

AO FRANCISCO CALAÇA pelo auxílio na montagem das pranchas de fotos.

AO LEONARDO LUIZ BORGES, pelo auxílio, paciência e tempo disponibilizados à confecção das tabelas e gráficos, além de todo conhecimento compartilhado sobre as análises estatísticas.

Enfim, a todos aqueles que de uma maneira ou de outra contribuíram para que este percurso pudesse ser concluído.

Muito Obrigada!

Nada foi fácil, nem tampouco tranquilo...

*“Comece fazendo o que é necessário, depois o que é possível,  
e de repente você estará fazendo o impossível”*

(São Francisco de Assis)

*“ A sola do pé conhece toda a sujeira da estrada ”*

(Provérbio Africano).

## SUMÁRIO

	<b>RESUMO</b>	
	<b>ABSTRACT</b>	
	<b>LISTAS DE FIGURAS</b>	
	<b>LISTAS DE TABELAS</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>Bioma Cerrado .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2</b>	<b>Família Myrtaceae JUSS .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3</b>	<b>Gênero <i>Psidium</i> L. ....</b>	<b>27</b>
<b>2.4</b>	<b>A estatística como ferramenta em estudos botânicos e taxonômicos.....</b>	<b>32</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>36</b>
<b>3.1</b>	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>36</b>
<b>3.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>36</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1</b>	<b>Local de estudo .....</b>	<b>37</b>
<b>4.2</b>	<b>Material botânico.....</b>	<b>38</b>
<b>4.3</b>	<b>Estudo morfoanatômico.....</b>	<b>40</b>
4.3.1	Análise morfológica e padrão de venação .....	40
4.3.2	Análise da anatomia foliar .....	40
<b>4.4</b>	<b>Análises estatísticas .....</b>	<b>41</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>44</b>
<b>5.1</b>	<b>Morfologia e padrão de venação foliar em espécies de <i>Psidium</i> .....</b>	<b>44</b>
5.1.1	<i>Psidium firmum</i> O. Berg. ....	47
5.1.2	<i>Psidium myrsinites</i> DC. ....	47
5.1.3	<i>Psidium laruotteanum</i> Cambess. ....	52
5.1.4	<i>Psidium guineense</i> Sw. ....	52
<b>5.2</b>	<b>Anatomia foliar .....</b>	<b>60</b>
5.2.1	<i>Psidium firmum</i> O. Berg .....	60
5.2.1.1	Epiderme .....	60
5.2.1.2	Lâmina foliar .....	63
5.2.1.3	Nervura pincipal .....	63
5.2.1.4	Pecíolo .....	64
5.2.2	<i>Psidium myrsinites</i> DC .....	66

5.2.2.1	Epiderme .....	66
5.2.2.2	Lâmina foliar .....	69
5.2.2.3	Nervura principal .....	69
5.2.2.4	Pecíolo .....	70
5.2.3	<i>Psidium laruotteanum</i> Cambess .....	72
5.2.3.1	Epiderme .....	72
5.2.3.2	Lâmina foliar .....	75
5.2.3.3	Nervura principal .....	75
5.2.3.4	Pecíolo .....	76
5.2.4	<i>Psidium guineense</i> Sw .....	78
5.2.4.1	Epiderme .....	78
5.2.4.2	Lâmina foliar .....	81
5.2.4.3	Nervura principal .....	81
5.2.4.4	Pecíolo .....	82
<b>5.3</b>	<b>Análise da morfologia, anatomia e micromorfologia foliar de espécies de <i>Eugenia</i> e <i>Campomanesia</i> .....</b>	<b>88</b>
5.3.1	<i>Eugenia punicifolia</i> Kunth DC. ....	88
5.3.1.1	Epiderme .....	88
5.3.1.2	Lâmina foliar .....	90
5.3.1.3	Nervura principal .....	90
5.3.1.4	Pecíolo .....	91
5.3.2	<i>Campomanesia adamantium</i> Cambess .....	93
5.3.2.1	Epiderme .....	93
5.3.2.2	Lâmina foliar .....	95
5.3.2.3	Nervura principal .....	95
5.3.2.4	Pecíolo .....	95
<b>5.4</b>	<b>Análises estatísticas .....</b>	<b>97</b>
	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>106</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>109</b>

## RESUMO

O bioma Cerrado detém a maior diversidade vegetal dentre as savanas mundiais, sendo este o bioma predominante no estado de Goiás. A antropização e os avanços das fronteiras agrícolas e pecuárias têm acarretado forte impacto sobre o Cerrado. Uma das graves consequências tem sido a extinção de espécies vegetais nativas antes mesmo de serem descritas. Dentre as 12 mil espécies vegetais já catalogadas no bioma Cerrado destacam-se as da família Myrtaceae, que representam um grande potencial econômico por apresentarem propriedades medicinais, tais como, diurética, anti-inflamatória, anti-reumática, antioxidante, antimicrobiana, antiproliferativa sobre células tumorais humanas, entre outras; serem utilizadas na alimentação e ornamentação, além de sua importância ecológica. Os gêneros mais representativos desta família são: *Eugenia* (subtribo Eugeniinae), *Myrcia* (subtribo Myrciinae), *Psidium* e *Campomanesia* (subtribo Myrtinae). No Cerrado destaca-se o gênero *Psidium*, representado pelas goiabeiras e os araçazeiros. Devido à grande plasticidade fenotípica das espécies de *Psidium*, decorrentes das variadas pressões ambientais a que estão sujeitas, pesquisas sobre os aspectos da arquitetura, anatomia e micromorfologia foliar podem ser fundamentais na resolução de problemas de sistemática e taxonomia desse gênero. O objetivo do presente trabalho foi avaliar as variações interespecíficas de quatro espécies de *Psidium* coletadas no Cerrado goiano, com base nos caracteres morfoanatômicos e micromorfológicos de suas folhas. Para tanto, foram coletadas amostras de folhas de *Psidium firmum* O. Berg, *Psidium myrsinites* DC., *Psidium laruotteanum* Cambess. e *Psidium guineense* Sw. na Universidade Estadual de Goiás (Trilha do Tatu), na Base Aérea de Anápolis e no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas. Além disso, foram estudadas duas espécies de gêneros relacionados, sendo uma pertencente a *Campomanesia* Ruiz & Pav. e outra a *Eugenia* L.. As amostras foram submetidas às técnicas clássicas para análise em microscopia óptica e eletrônica de varredura, além do estudo morfológico e da nervação foliar. Foram utilizadas análises estatísticas multivariadas, como a análise de componentes principais (PCA) e a análise de agrupamento por meio das médias não ponderadas de grupos pareados (UPGMA), a distância de Jaccard e Análise de Coordenadas Principais (PCoA) para correlacionar os caracteres principais, tanto das espécies de *Psidium* quanto das espécies relacionadas, a fim de compreender melhor seus padrões de variação. Foram descritos 71 caracteres morfoanatômicos e micromorfológicos, dos quais 30 foram selecionados por meio da PCA a partir das 4 primeiras componentes por conter a maior porcentagem de explicação

dos dados. A maior similaridade das espécies de *Psidium* foi entre *P. laruotteanum* e *P. myrsinites*, por apresentarem grande número de coincidências nos caracteres anatômicos e micromorfológicos. *Campomanesia adamantium* ficou mais próxima de *Psidium* para este estudo, por possuir praticamente os mesmos caracteres, similaridade esta que pode ser explicada por integrarem a mesma subtribo. Verificou-se maior distância entre *P. quineense* e *E. puniceifolia*, por apresentarem menor quantidade de caracteres compartilhados, o que justifica sua posição em subtribo diferente (Eugeniinae). Os resultados morfoanatômicos e micromorfológicos das folhas de *Psidium* apresentados no presente trabalho poderão fornecer subsídios importantes para a caracterização das espécies, em estudos de taxonomia e sistemática.

**Palavras-chave:** Araçá. Morfoanatomia. Taxonomia. Análise estatística multivariada.

## ABSTRACT

The Cerrado biome has the largest diversity among the world's savannas, which is the predominant biome in the state of Goiás. The anthropization and advances in agricultural and animal husbandry frontiers have been causing strong impact on the Cerrado. One serious consequence has been the extinction of native plant species even before they are described. The Myrtaceae family stands out among the 12,000 plant species that have been cataloged in the Cerrado biome. This family represents a great economic potential because of its medicinal properties, such as diuretic, anti-inflammatory, anti-rheumatic, antioxidant, antimicrobial, anti-proliferative on human tumor cells, among others; used in food and ornamental, as well as its ecological importance. The most representative genus of this family are: *Eugenia* (subtribe Eugeniinae), *Myrcia* (subtribe Myrciinae), *Psidium* and *Campomanesia* (subtribe Myrtinae). In the Cerrado, the *Psidium* genus stands out, represented by guava and araçazeiros. Due to the large phenotypic plasticity of the *Psidium* species, consequence from several environmental pressures to which they are subjected, research on architecture aspects, anatomy and leaf micromorphology can be critical in solving systematic problems and taxonomy of this genus. The objective of this study was to assess interspecific variations of four species of *Psidium* collected in the Cerrado, based on morphoanatomical and micromorphological characters of its leaves. Thus, leaves samples of *Psidium firmum* O. Berg, *Psidium myrsinites* DC., *Psidium laruotteanum* Cambess., and *Psidium guineense* Sw. were collected from Universidade Estadual de Goiás (Trilha do Tatu), Base Aérea de Anápolis and Parque Estadual da Serra de Caldas Novas. In addition, two species were studied from related genus, one belonging to *Campomanesia*, and another, *Eugenia*. The samples were submitted to classical techniques for analysis in optical microscopy and scanning electron, in addition to morphological and leaf venation studies. Multivariate statistics analysis were used, as the principal component analysis (PCA) and unweighted pair group method analysis (UPGMA), the distance of Jaccard and principal coordinate analysis (PCoA), to correlate the main characters of *Psidium* and the related species, in order to better understand their patterns of variation. 71 morphoanatomical and micromorphological characters were described, 30 were identified as significant by the PCA, and four axes of the principal components were identified, explaining the greater variation of similarity between the species. *P. laruotteanum* has the smallest distance from the *P. myrsinites* for presenting large number of coincidences in the anatomical and micromorphological characters.

*Campomanesia adamantium* was closer to *Psidium* for this study, holding almost the same characters; this similarity can be explained by integrating the same subtribe. A greater distance between *P. firmum* and *P. guineense* was confirmed, because of the distinctive characteristics within the group of the subtribe (Myrtinae). *Eugenia punicifolia* was considered the most distinctive, due to its greater distance between the six species studied, dissimilarity explained by presenting a lower amount of shared characters, which justifies its position in different subtribe (Eugeniinae). The morphoanatomical and micromorphological results of *Psidium* leaves presented in this study may provide important information for the characterization of their species, taxonomic and systematic studies.

Keywords: Araça. Morphoanatomy. Taxonomy. Multivariate statistical analysis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Biomias Brasileiros, destaque para o mapa antrópico do Bioma Cerrado.....	20
Figura 2-	Mapa com a localização do estado de Goiás, dos municípios de Anápolis e Caldas Novas e dos locais de coletas de <i>Psidium</i> spp.....	37
Figura 3-	Padrões de venação secundário observados em folhas de <i>Psidium</i> spp	45
Figura 4-	<i>Psidium firmum</i> O. Berg. ....	48
Figura 5-	Folhas diafanizadas de <i>Psidium firmum</i> O. Berg. ....	49
Figura 6-	<i>Psidium myrsinites</i> DC. ....	50
Figura 7-	Folhas diafanizadas de <i>Psidium myrsinites</i> DC. ....	51
Figura 8-	<i>Psidium laruotteanum</i> Cambess. ....	53
Figura 9-	Folhas diafanizadas de <i>Psidium laruotteanum</i> Cambess. ....	54
Figura 10-	<i>Psidium guineense</i> Sw. ....	55
Figura 11-	Folhas diafanizadas de <i>Psidium guineense</i> Sw. ....	56
Figura 12-	Secções transversais e paradérmicas (superfície adaxial) da lâmina foliar de <i>Psidium firmum</i> O. Berg. ....	61
Figura 13-	Secções transversais e paradérmicas (superfície abaxial) da lâmina foliar de <i>Psidium firmum</i> O. Berg. ....	62
Figura 14-	Secções transversais da lâmina foliar de <i>Psidium firmum</i> O. Berg.....	65
Figura 15-	Secções paradérmicas (superfície adaxial) da lâmina foliar de <i>Psidium myrsinites</i> DC. ....	67
Figura 16-	Secções paradérmicas (superfície abaxial) da lâmina foliar de <i>Psidium myrsinites</i> DC. ....	68
Figura 17-	Secções transversais da lâmina foliar de <i>Psidium myrsinites</i> DC. ....	71
Figura 18-	Secções paradérmicas (superfície adaxial) da lâmina foliar de <i>Psidium laruotteanum</i> Cambess.....	73
Figura 19-	Secções transversais e paradérmicas (superfície abaxial) da lâmina foliar de <i>Psidium laruotteanum</i> Cambess.....	74
Figura 20-	Secções transversais da lâmina foliar de <i>Psidium laruotteanum</i> Cambess...	77
Figura 21-	Secções transversais e paradérmicas (superfície adaxial) da lâmina foliar de <i>Psidium guineense</i> Sw. ....	79
Figura 22-	Secções transversais e paradérmicas (superfície abaxial) da lâmina foliar de <i>Psidium guineense</i> Sw. ....	80

Figura 23-	Secções transversais da lâmina foliar de <i>Psidium guineense</i> Sw.....	83
Figura 24-	Secções da lâmina foliar em vista frontal de <i>Eugenia puniceifolia</i> Kunth DC. ....	89
Figura 25-	Secções transversais da lâmina foliar de <i>Eugenia puniceifolia</i> Kunth DC.....	92
Figura 26-	Secções da lâmina foliar de <i>Campomanesia adamantium</i> Cambess. ....	94
Figura 27-	Secções transversais da lâmina foliar de <i>Campomanesia adamantium</i> Cambess. ....	96
Figura 28-	Fenograma mostrando as relações fenéticas entre as características morfológicas, anatômicas e micromorfológicas das folhas de quatro espécies de <i>Psidium</i> com base na análise de agrupamento UPGMA. ....	98
Figura 29-	Fenograma mostrando as relações fenéticas entre as características morfológicas, anatômicas e micromorfológicas das folhas de <i>Psidium</i> , <i>Eugenia</i> e <i>Campomanesia</i> com base em análises de UPGMA. ....	99
Figura 30-	Similaridade entre as espécies de Myrtaceae de acordo com o coeficiente de distância de Jaccard (UPGMA).....	100
Figura 31-	Análise de Coordenadas Principais .....	104

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Localização geográfica, data de coleta e número de tombamento das exsicatas das espécies de Myrtaceae coletadas no Cerrado goiano.....	39
Tabela 2 -	Dados de presença e ausência dos 30 caracteres mais significativos selecionados por meio da Análise de Componentes Principais, para formar fenogramas de similaridade nas análises de agrupamento e PCoA.....	43
Tabela 3 -	Caracteres morfológicos e de venação foliar de quatro espécies de <i>Psidium</i> ocorrentes no bioma Cerrado, Goiás, Brasil.....	46
Tabela 4 -	Cargas fatoriais de variação para quatro eixos de componentes principais obtidos a partir dos 30 caracteres selecionados .....	102

## 1 INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma do país abrangendo 23% do território brasileiro (RIBEIRO; WALTER, 2008), e apesar de sua fisionomia característica ser composta de arbustos, pequenas árvores retorcidas, galhos tortuosos e cascas grossas (FERRI, 1980; NEIMAN, 1989), este bioma apresenta um gradiente variado de habitats naturais (ALHO, 1990). Sua formação heterogênea foi produto das interações entre clima e geomorfologia (RIBEIRO; WALTER, 2008).

O Cerrado do Planalto Central apresenta um clima tropical com uma estação chuvosa típica de verão com estiagem no inverno, sendo classificado como clima de Köppen Aw (EITEN, 1990). A média anual de precipitação fica em torno de 1200 a 1800 mm e a temperatura média em torno de 22°C. As altitudes onde ocorrem as várias fisionomias de Cerrado variam de 300 m na Baixada Cuiabana, 1200 m na Chapada Diamantina e mais de 1600 m na Chapada dos Veadeiros (MARCUIZZO et al., 2012).

Aquino e Oliveira (2006) explicam que em decorrência da falta de planejamento no uso da terra, as áreas nativas do Cerrado vêm diminuindo, o que ressalta a importância de preservar áreas remanescentes deste bioma. Para a manutenção da biodiversidade vegetal e animal, é necessário obter um plano de manejo adequado para o extrativismo e assim conciliar desenvolvimento e conservação.

Várias espécies de plantas endêmicas do Cerrado destacam-se pela importância medicinal, alimentar, ornamental, madeireira, melífera e outros usos (AQUINO; OLIVEIRA, 2006). Segundo Guarim Neto e Moraes (2003) mais de 600 espécies medicinais são nativas desse bioma, observando o alto grau de endemismo da região. Como é o exemplo dos representantes de Myrtaceae que possuem ações antissépticas, anti-infecciosas e também são utilizadas para fins alimentares (CERQUEIRA et al., 2009).

A família Myrtaceae, com cerca de 132 gêneros e 5671 espécies (GOVAERTS et al., 2008), está entre as mais importantes famílias em comunidades neotropicais com distribuição predominantemente tropical e subtropical (OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000; MANICA, 2000; SOUZA; LORENZI, 2008). Segundo Goedert (2007) faltam estudos referentes a gêneros de Myrtaceae nativos do Cerrado. Assim, essas espécies vêm despertando a atenção do mercado consumidor e podem, em médio e longo prazo, apresentar uma grande

importância comercial, pelo seu potencial tanto no consumo do fruto *in natura*, quanto na agronomia e na indústria farmacêutica (FRAZON et al., 2009).

Dentre as espécies vegetais da família Myrtaceae já catalogadas em áreas abertas do bioma Cerrado, o gênero *Psidium* se destaca pelo grande potencial econômico decorrente de seus usos alimentícios e farmacológicos (SOUZA; LORENZI, 2008). Além disso, as características alimentícias dos frutos, a precocidade de produção, a resistência às doenças e pragas tornam as espécies desse gênero uma promissora opção de cultivo, especialmente para os pequenos produtores rurais (MANICA 2000; ROSANE; COUTO, 2003).

*Psidium guajava* L. se destaca como a espécie de maior interesse econômico do gênero *Psidium*. Entretanto, tem crescido o interesse pelos araçazeiros, que englobam várias espécies de *Psidium*, tais como, *Psidium cattleyanum* Sabine e *P. guineense* Sw. (MEDINA et al., 2011). Na região Centro-Oeste do Brasil pode ser encontrado, além de *P. guineense*, as seguintes espécies: *P. laruotteanum* Cambes., *P. firmum* O. Berg., *P. myrsinites* DC., *P. sartorianum* (O.Berg.) Nied. e *P. salutare* (Kunth) O. Berg. (FRANZON et al., 2009).

No que se refere ao potencial medicinal dos araçás do Cerrado, recente levantamento etnobotânico aponta a utilização das folhas e dos brotos por moradores de áreas urbanas, de assentamentos e de comunidades quilombolas do Cerrado goiano para o tratamento de disenterias (CAMPOS, 2010). Dados da literatura científica reforçam o potencial farmacológico de espécies de araçás, pois são registradas importantes atividades biológicas atribuídas aos frutos e folhas destas espécies, tais como: antioxidante, antimicrobiana, antiproliferativa sobre células tumorais humanas e aumento do sono induzido por cetamina em camundongos (FAUTH et al., 2002; CORRÊA et al., 2011; MEDINA et al., 2011; VOSS-RECH et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2012; PATEL, 2012).

Siviero et al. (2012) mencionam que o estudo das plantas medicinais possibilita o entendimento das bases racionais para o uso medicinal de algumas espécies vegetais e o consequente desenvolvimento de fitoterápicos a baixo custo. A comprovação empírica da eficácia de determinada planta pode também motivar estudos científicos, e a decorrente descoberta de novas drogas. Barroso (1991) ressalta a necessidade de estudos de levantamentos regionais aliados a estudos biossistemáticos, enfatizando a falta de estudos taxonômicos.

Os problemas taxonômicos envolvendo Myrtaceae já foram citados por vários autores como Mc Vaugh (1968) e Barroso (1991), que afirmaram que essa família representa um grupo taxonômico muito complexo. Costa (2004) enfatizou que a dificuldade de identificação das mirtáceas brasileiras pode ser atribuída à especiação decorrente de hibridação e

poliploidia, além da falta de estudos morfoanatômicos para uma melhor delimitação dos seus táxons.

As espécies de *Psidium* possuem uma grande plasticidade fenotípica em decorrência das diversas pressões ambientais a que estão sujeitas, causando dificuldades na identificação e delimitação das espécies (COSTA, 2009). Segundo McVaugh (1968), há uma grande necessidade de estudos taxonômicos com estas espécies dada a proximidade e dificuldade de delimitação das mesmas.

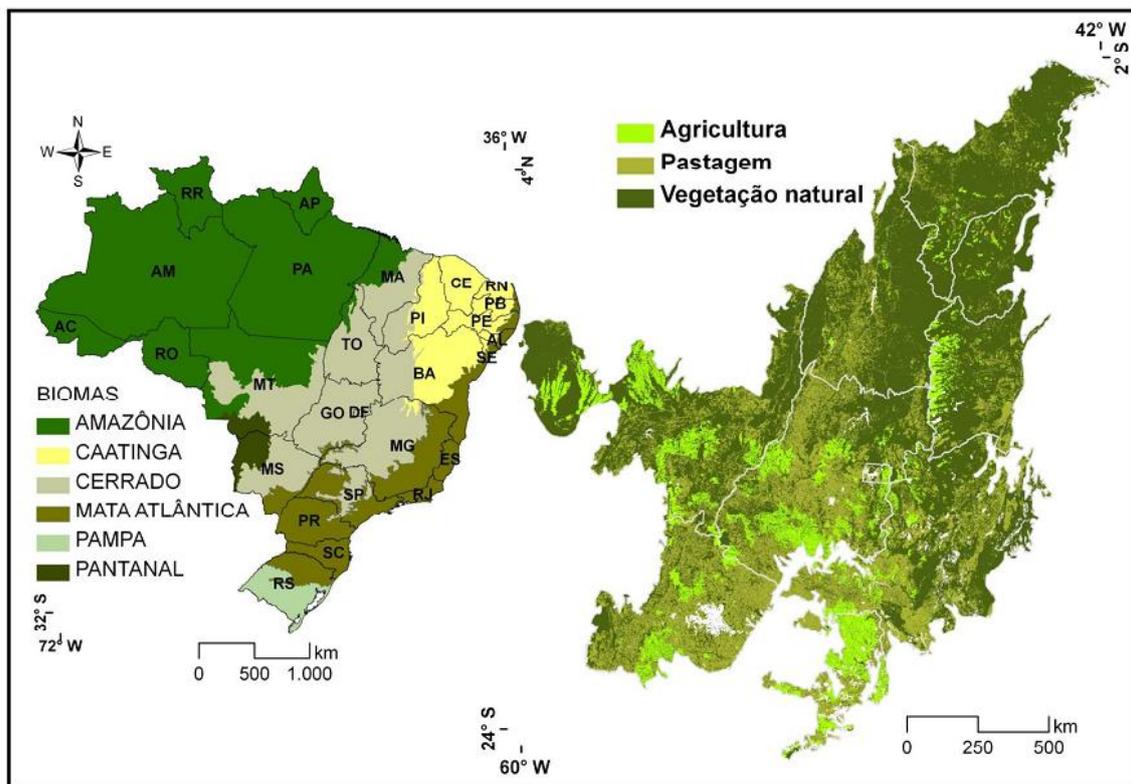
Para a caracterização e diferenciação de grupos taxonômicos problemáticos, importantes ferramentas estão sendo utilizadas, como dados anatômicos e morfológicos, aliados a pesquisas genéticas e moleculares, ferramentas que podem contribuir na resolução dos problemas taxonômicos de plantas nativas do Cerrado (GARDONI et al., 2007; GOMES et al., 2009).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Bioma Cerrado

O termo Cerrado é comumente utilizado para designar o conjunto de ecossistemas (savanas, matas e campos) que ocorrem no Brasil Central (RIBEIRO et al., 1981). O Cerrado é considerado o segundo maior bioma morfoclimático brasileiro, só perdendo em área para a Amazônia (KLINK; MACHADO, 2005). Segundo Ribeiro e Walter (2008) ocupa 23% do território brasileiro, distribuído nos estados de Goiás, Distrito Federal, parte dos estados da Bahia, Tocantins, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí e São Paulo (CONCEIÇÃO; ARAGÃO, 2010). Faz fronteira com a Floresta Amazônica, a Mata Atlântica, o Planalto e a Caatinga (AVIDOS; FERREIRA, 2005; AQUINO; AGUIAR, 2007) (Figura 1).

**Figura 1** - Biomas Brasileiros, destaque para o mapa antrópico do Bioma Cerrado.



Fonte: Sano et al. (2007) (PROBIO-MMA)

A região política brasileira de maior relevância para o Cerrado em termos de área é a Centro-Oeste. A partir da década de 1950, devido ao excelente potencial e condições edafoclimáticas do Cerrado para a expansão da fronteira agrícola, teve início o processo de incorporação deste bioma na economia agrícola e pecuária do país. Sato e Miranda (1996) relatam que o Cerrado é considerado a savana de maior biodiversidade da flora e fauna do mundo, abrangendo 15 milhões de km<sup>2</sup>, mas segundo Goedert (2007),, cerca de 40% já foi devastado para estabelecimento de pastagens artificiais e monocultivo de grãos em função do desenvolvimento agropecuário.

De acordo com Klink et al. (1995), estima-se que mais de 50% do bioma foi submetido a diferentes intensidades de uso. Aproximadamente 37% da área nativa do Cerrado já foi antropizada enquanto 63% de vegetação natural estão submetidos a algum tipo de manejo econômico (DIAS, 1990). Embora haja divergências na literatura quanto ao percentual de áreas convertidas do Cerrado, o fato é que nas últimas décadas grande proporção de área do Cerrado foi degradada por diversos processos antrópicos, o que depauperou a biodiversidade do bioma, com destaque para a flora. Tais transformações também resultam em fragmentação de habitats, extinção da biodiversidade, invasão de espécies exóticas, poluição de aquíferos, degradação de ecossistemas, alterações nos regimes de queimadas e desequilíbrio no ciclo de carbono (KLINK; MACHADO, 2005). Segundo Goedert (2007) o desmatamento desenfreado no Cerrado traz grande ameaça para os recursos genéticos que existem na região.

O Cerrado já foi considerado pobre em formações vegetais por causa da deficiência de nutrientes nos solos como nitrogênio e fósforo, toxicidade do alumínio, limitação na disponibilidade de água no solo, o que explicava a ocorrência de diferentes fisionomias neste bioma (GOODLAND, 1972). Klink et al. (1995) descrevem que o padrão distinto de plantas em uma mesma área era determinado pela umidade, nutrientes e geomorfologia do solo. Walter (2006) diz que o clima também tem influência temporal na origem dessa vegetação, pois as chuvas, ao longo do tempo geológico, intemperizaram os solos deixando-os pobres em nutrientes essenciais.

O clima dessa região é estacional/sazonal por apresentar duas estações bem definidas: uma seca e fria (de abril a setembro) e uma quente e chuvosa (de outubro a março). Caracteriza-se por apresentar pluviosidade média anual na faixa de 800-1.800 mm, temperatura média anual entre 20°C e 27°C e médias anuais de umidade relativa do ar de, aproximadamente, 60% (FERREIRA et al., 2003; PEREIRA et al., 2011). Esta sazonalidade

marcante é responsável pela diferenciação na ocupação das fitofisionomias do bioma pela fauna e flora regional (AQUINO; OLIVEIRA, 2006).

Coutinho (2006) descreve o Cerrado como um mosaico, formado por fisionomias e ecossistemas diversos. Ribeiro e Walter (2008) citam 11 fitofisionomias para o bioma, com formações savânicas (Cerrado *sensu stricto*, Parque de Cerrado, Palmeiral e Veredas), florestais (Mata de galeria, Mata ciliar, Mata seca e Cerradão) e campestres (Campo sujo, Campo limpo e Campo rupestre). Em termos fitofisionômicos, predominam as formações savânicas, que se caracterizam por um estrato arbóreo de densidade variável e um estrato arbustivo-herbáceo dominado por gramíneas (MIRANDA et al., 2010).

Segundo Bastos e Ferreira (2010) o domínio do Cerrado atualmente, desempenha um papel fundamental para o equilíbrio dos demais, em função de seu caráter edáfico, florístico, faunístico, geomorfológico e sua posição hidrográfica. Estabelece ligação com os outros biomas, por formarem corredores naturais, como por exemplo, cursos d'água caudalosos que proporcionam o fluxo migratório de uma fauna tanto aquática como terrestre. Coutinho (1990), em estudos anteriores, citou a grande diversidade do Cerrado por sua posição geográfica privilegiada, pela sua grande área territorial, pela heterogeneidade vegetal e/ou por possuir importantes bacias hidrográficas.

O bioma Cerrado é considerado um dos *hotspots* (pontos quentes ou uma área prioritária) para conservação da biodiversidade mundial (MYERS et al., 2000), por abrigar estimadas 837 espécies de aves, 161 espécies de mamíferos, 150 espécies de anfíbios, 120 espécies de répteis (SILVA; BATES, 2002) e altas concentrações de plantas endêmicas (MITTERMEIER et al., 2005).

Mostrar a importância que a biodiversidade desempenha no funcionamento dos ecossistemas é um dos grandes desafios na conservação do Cerrado. Preservar um bioma é garantir a manutenção das espécies que nele se estabeleceram e, em consequência, a sua existência para as gerações atuais e futuras (KLINK; MACHADO, 2005). Coletas, amostragens padronizadas nas diferentes regiões do bioma e revisões taxonômicas são necessárias a realização da avaliação da composição florística, uma vez que muitas áreas cobertas por vegetação nativa passam por forte pressão antrópica, tornando esse estudo urgente, pois algumas espécies podem estar em risco de extinção mesmo antes de serem conhecidas. Assim, o amplo conhecimento das plantas que compõem o bioma Cerrado, é de extrema importância para subsidiar o delineamento de estratégias de preservação e conservação dessa diversidade (MENDONÇA et al., 2007).

De acordo com Souza e Lorenzi (2008), a flora brasileira é representada por 224 famílias de angiospermas, destas, 193 são endêmicas do Cerrado. A elevada riqueza de espécies vegetais neste bioma, reflete no alto índice de plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas e cipós totalizando 12.356 espécies de plantas vasculares (MENDONÇA et al., 2008).

Aquino e Oliveira (2006) descrevem que as plantas do Cerrado, possuem importância ornamental, madeireira, melífera, alimentar e medicinal. Agostini-Costa e Vieira (2004) citam que as espécies endêmicas do Cerrado oferecem frutos com elevado valor nutricional, com vitaminas, proteínas, açúcares e sais minerais, além de atrativos sensoriais como cor, sabor e aroma peculiares e intensos. Esses frutos podem ser consumidos *in natura* ou na forma de sucos, sorvetes, doces e etc (SILVA et al., 2001). Mas Almeida et al. (1998) já alertava que o uso dessa flora sem manejo poderia acarretar em grande ameaça à biodiversidade local.

Entre a grande diversidade de frutíferas endêmicas do Cerrado, destacam-se as pertencentes à família Myrtaceae. A importância ecológica dessa família em diversos biomas do Brasil tem sido confirmada por várias pesquisas florísticas, fitossociológicas e filogenéticas. De acordo com Oliveira-Filho e Fontes (2000), tanto no Cerrado quanto na Mata Atlântica, Myrtaceae é a família mais diversificada em espécies, representando 15% a 10% de cobertura vegetal nestes biomas.

Segundo Arantes e Monteiro (2002), mesmo com a alta representatividade de mirtáceas nos diversos biomas, poucos estudos taxonômicos são realizados devido a diversidade de espécies e sua complexidade taxonômica. Estudos morfoanatômicos desta família podem contribuir para pesquisas ecológicas e fitossociológicas, fornecendo subsídios que validem a classificação taxonômica e o reconhecimento de novas espécies. Para famílias taxonomicamente complexas, como Myrtaceae, a investigação da arquitetura foliar pode fornecer informações importantes para auxiliar na separação de grupos. Trata-se de uma abordagem recente utilizada na taxonomia desta família (DE-CARVALHO, 2008).

## 2.2 Família Myrtaceae JUSS.

Myrtaceae Juss. recebe esse nome por causa de Antoine-Laurent Jussieu (1748-1836), botânico francês autor do sistema pioneiro de classificação de plantas (WILSON et al., 2005). O número total de espécies pertencentes à Myrtaceae não é consenso entre os diversos estudiosos da família (JUDD et al., 1999). Em 2001, Wilson et al. estimaram que a família Myrtaceae era constituída por 133 gêneros e cerca de 3800 espécies. Após vários estudos Govaerts et al. (2008) citaram para a família cerca de 132 gêneros e 5671 espécies. De acordo com Wilson et al. (2001) a ocorrência dessa família abrange a Austrália, o sudeste da Ásia, a África, a América Tropical e Temperada.

Para as Mirtáceas brasileiras, no mais completo levantamento realizado, foram listadas 1726 espécies (BERG, 1859). Segundo Landrum e Kawasaki (1997), a família está representada por 23 gêneros e 1000 espécies. Dessas, 696 exclusivas do território brasileiro (ARANTES, 1997). Em estudo mais recente no Brasil, Sobral et al. (2013) apresentam o registro de 23 gêneros e cerca de 997 espécies. No Cerrado, Mendonça (2007) registrou 14 gêneros e 211 espécies.

Segundo Lucas et al. (2005) Myrtaceae é considerada monofilética, mas sua delimitação em gêneros e espécies gera grande discordância entre autores, impulsionando recentemente vários estudos filogenéticos. Frazon et al. (2009) afirmam que a descrição de novas espécies para o Brasil, tem contribuído essencialmente para o conhecimento da família no país.

Segundo Wilson et al. (2001) essa família era tradicionalmente dividida em duas subfamílias, Myrtoideae (apresenta folhas opostas, frutos carnosos, predominante na América Tropical e subtropical) e Leptospermoideae (apresenta folhas alternadas ou opostas, fruto seco, predominantemente ocorre na Austrália e Polinésia). Recentemente, Wilson et al. (2005), reavaliaram essa posição e sugeriram uma nova classificação para a família, permanecendo a subfamília Myrtoideae (com 15 tribos) e propondo a subfamília Psiloxylloideae em substituição a Leptospermoideae (representada por 2 tribos). Entre as tribos da subfamília Myrtoideae, Myrteae representa todos os gêneros americanos de Myrtaceae, exceto *Tepualia* spp (MARCHIORI; SOBRAL, 1997).

No Brasil, Mirtáceas estão restritas à tribo Myrteae, tradicionalmente dividida com base em caracteres morfológicos do embrião em três subtribos consideradas não monofiléticas: Myrciinae, Eugeniinae e Myrtinae (LANDRUM; KAWASAKI, 1997;

WILSON et al., 2005; LUCAS et al., 2005). Atualmente essa tribo encontra-se dividida em alguns grupos informais, com base nas principais características dos gêneros: *Plinia*, *Myrcia*, *Myrceugenia*, *Myrteola*, *Pimenta* e *Eugenia* (LUCAS, 2007).

Do ponto de vista taxonômico, Myrtaceae é uma das famílias mais complexas, devido à grande quantidade de espécies (SOUSA; LORENZI, 2008) e à semelhança morfológica entre os diferentes gêneros e espécies (LANDRUM; KAWASAKI, 1997), fato comprovado pelas inúmeras alterações na sua classificação interna ao longo dos anos. Costa (2004) afirma que a especiação decorrente da genética (hibridação e poliploidia) e o aparecimento de espécies recombinantes, com características intermediárias entre as espécies originais, aumenta a dificuldade na identificação das Myrtaceae brasileiras.

Há consenso entre diferentes autores que um dos problemas na delimitação do grupo se deve ao elevado número de táxons indeterminados em herbários e em pesquisas de florística ou fitossociologia (BARROSO, 1991), além do fato de que as descrições mais específicas desta família são datadas no século passado (LANDRUM; KAWASAKI, 1997).

Barroso (1991) enfatiza que somente após o levantamento minucioso dos gêneros e espécies em cada região, aliado a estudos de biosistemática, será possível um maior conhecimento acerca da taxonomia de Myrtaceae. Souza e Lorenzi (2008) complementam que esse problema de diagnóstico da família se deve, principalmente, à falta de estudos taxonômicos e morfológicos específicos. De acordo com Sobral (2003) muitas modificações ainda podem acontecer em nível de gêneros, especialmente em países como o Brasil, onde a flora é visivelmente subcoletada e os estudos feitos em exsicatas antigas.

As características anatômicas e morfológicas têm sido usadas na análise taxonômica e evolutiva de Myrtaceae como um todo (CARDOSO; SAJO, 2004). Apesar da importância dessa família nos ecossistemas brasileiros, a morfoanatomia foliar de seus representantes é pouco estudada (CARDOSO; SAJO, 2006). Em pesquisas taxonômicas, a descrição dos caracteres morfológicos de indivíduos é a base para uma correta identificação de espécies (SIQUEIRA, 2006). Landrum e Kawasaki (1997) realizaram estudos taxonômicos visando uma maior segurança na nomenclatura dos grupos que compõem esta família, assim como Lucas et al. (2007) realizaram estudos filogenéticos em Myrtaceae visando elucidar as relações intergenéticas.

Pesquisas sobre os aspectos da arquitetura foliar podem ser tão fundamentais quanto a morfologia de órgãos reprodutivos utilizada na sistemática (HICKEY; TAYLOR, 1991). Segundo Ellis et al. (2009) o estudo da arquitetura foliar é uma abordagem relativamente

recente, que pode fornecer informações importantes para famílias taxonomicamente complexas, como por exemplo, Myrtaceae.

As pesquisas mais significativas que auxiliam os estudos taxonômicos da família Myrtaceae foram desenvolvidas por: O. Berg (1857-1859) que realizou um extenso trabalho com as Myrtaceae americanas, descrevendo na Flora Brasiliensis cerca de 60 espécies; Mc Vaugh (1956, 1968) que verificou a família Myrtaceae no Peru e o gênero *Myrcia* no norte e oeste da América do Sul e Antilhas. Para o Brasil, Kawasaki (1989) investigou a família Myrtaceae na Serra do Cipó em Minas Gerais; Landrum e Kawasaki (1997) investigaram a identificação da família Myrtaceae no Brasil; Fontenelle et al. (1994) que analisaram a anatomia foliar e micromorfológica de 11 espécies de *Eugenia*; Barroso et al. (1999) contribuíram para a sistemática de Angiospermas do Brasil; Sobral (2003) que investigou as Myrtaceae do Rio Grande do Sul, listando 16 gêneros e 109 espécies, apresentando ainda chaves de identificações e descrições para cada táxon. Alvarez *et al.* (2006) analisaram a arquitetura foliar de espécies de *Eugenia*; Sobral (2003) que descreveu e ilustrou *Eugenia rugosissima*, *Myrcia robusta* e *Myrcia verrucosa*, três novas espécies de Myrtaceae para o município de Santa Tereza-ES; Lorenzi et al. (2006) pesquisaram as frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo *in natura*); Souza e Lorenzi (2008) que reuniram em um guia ilustrado as famílias de Angiospermas da flora brasileira, livro texto esse amplamente utilizado em vários cursos de graduação no Brasil.

No bioma Cerrado merecem destaque os estudos de Proença (1991) que pesquisou a taxonomia e biologia reprodutiva de Myrtaceae no Distrito Federal; Proença (1994) que reuniu a listagem comprovada das Myrtaceae do Jardim Botânico de Brasília-DF; De-Carvalho (2008) que investigou *Myrcia* DC. Ex Guill no Distrito Federal; Frazon et al. (2009) que pesquisaram os Araçás do gênero *Psidium*; Campos (2010) que realizou estudo etnobotânico do gênero *Psidium* L. (Myrtaceae) no Cerrado brasileiro e Faria Júnior (2010) que pesquisou o gênero *Eugenia* L. (Myrtaceae) nos estados de Goiás e Tocantins, Brasil.

As principais características das espécies de Myrtaceae são: espécies lenhosas, árvores ou arbustos; o caule pode ou não ser esfoliante. Folhas pecioladas, inteiras, simples, opostas, subopostas, opostas cruzadas; membranáceas a coriáceas; glabras ou pilosa; venação camptódromo-broquidódromas ou acródromo-broquidódromas, nervuras peninervias, nervura intramarginal ausente ou presente; nervuras secundárias em pares, leve a fortemente impressas na face adaxial e abaxial; flores brancas, raramente avermelhadas, rosadas ou arroxeadas. Fruto baga, drupa, cápsula ou núcula; cor e textura diversas e diferentes formas, comprimentos, e espessuras (BARROSO, 1991; LANDRUM; KAWASAKI, 1997).

Metcalfe e Chalk (1950) afirmam que essa família é caracterizada pela ocorrência de cavidades secretoras esquizógenas, células taníferas e cristais de oxalato de cálcio, e na face adaxial da folha a presença de hipoderme. Além disso, é marcante a presença de cavidades secretoras de óleos essenciais em seus órgãos vegetativos, estes evidenciados por Donato e Morretes (2007) e De-Ramos et al. (2010) como responsáveis por propriedades medicinais como diurética, anti- inflamatória e anti-reumática.

Myrtaceae possui um grande potencial econômico, por se destacar pelo uso medicinal, na alimentação, ornamentação e estudos científicos (MATOS, 2002; LORENZI et al., 2006; VILAR et al., 2006). Possui ainda grande importância ecológica, já que segundo Proença e Gibbs (1994), os seus frutos são fontes de alimentos para a fauna endêmica.

Diversos estudos confirmam o uso popular de espécimes de Myrtaceae por meio de diferentes investigações relacionadas aos aspectos botânicos, fitoquímicos e de atividades biológicas. Essa família possui uma diversidade de espécies com aplicações medicinais, por possuir atividades consagradas na cultura popular ou por terem sido estudadas em pesquisas científicas, fazendo parte de Monografias da Farmacopeia Brasileira V e da *World Health Organization* (PAULA et al., 2008).

Segundo Cruz e Kaplan (2004) aproximadamente 70% das espécies dessa família podem ser destinadas para fins medicinais, como doenças infecciosas, distúrbios hemorrágicos, gastrointestinais e estados hemorrágicos, onde se verificou também que os órgãos botânicos mais empregados são as folhas, as cascas e os frutos.

Os gêneros mais representativos em espécies desta família são: *Eugenia* (subtribo Eugeniinae), *Myrcia* (subtribo Myrciinae), *Psidium* e *Campomanesia* (subtribo Myrtinae) (GOVARERTS et al., 2008; ARAGÃO; CONCEIÇÃO, 2007). No Cerrado destaca-se o gênero *Psidium*, representado pelas goiabeiras e os araçazeiros, cujos frutos e folhas são utilizados na alimentação e na medicina popular (CAMPOS, 2010).

### **2.3 Gênero *Psidium* L.**

O nome *Psidium* foi adaptado de "psidion", nome da fruta romã na língua grega clássica, e em tupi-guarani também conhecido como araçá, que significa fruta com olhos ou olhos do céu (SILVA-JÚNIOR, 2005).

Esse gênero é um dos mais amplamente distribuídos em Myrtaceae, ocorrendo em praticamente todos os biomas do Brasil, desde o Amazonas até o Rio Grande do Sul

(LANDRUM; KAWASAKI, 1997). Govaerts et al. (2008) descrevem, em levantamento de Myrtaceae, o registro de 92 espécies de *Psidium* endêmicas da América. Landrum (2003) afirma que o gênero é distribuído desde o México e o Caribe, até o Uruguai e norte da Argentina, estendendo-se até as Ilhas Galápagos.

No Brasil, a maioria das espécies de *Psidium* ocorre nas regiões Centro-Oeste e Sudeste (BERG, 1859; BEZERRA et al., 2006, CAMPOS, 2010). As que são conhecidas popularmente como araçás estão distribuídas nos estados do Ceará, Bahia, Tocantins, Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Maranhão, Piauí, entre outros (FRAZON et al., 2009). São encontradas em ambientes diversos como, semi-desérticos e restingas, com solos calcários, arenosos entre outros (BRANDÃO et al., 2002). Essas espécies estão sujeitas a diferentes pressões ambientais, o que ocasiona uma grande plasticidade fenotípica (COSTA, 2009).

Frazon et al. (2009) explicam que no Cerrado existem aproximadamente 13 espécies nativas ou introduzidas, conhecidas como araçazeiros, sendo caracterizadas quanto ao hábito como subarbustivas ou arbóreas que alcançam até cinco metros de altura. As folhas são simples, opostas, geralmente cruzadas, anfi ou hipostomáticas, com tricomas totores abundantes na superfície abaxial e raros na adaxial e apresentam venação broquidódroma ou camptódroma (SOARES-SILVA; PROENÇA, 2008; GOMES et al., 2009; CAMPOS, 2010).

Segundo Lorenzi (1992) espécies de *Psidium* podem ser empregadas na ornamentação em jardins e praças, recomendando-as para plantios mistos destinados à recomposição de áreas degradadas. As espécies têm potencial para o paisagismo, a madeira de várias espécies pode ser utilizada na construção civil, por ser pesada e possuir alta retratibilidade e durabilidade; são utilizadas como postes, vigas, caibros, ripas e revestimento decorativo (MAINIERI; CHIMELO, 1989).

Azzolini (2002) explica que a conscientização da população sobre a importância do consumo de alimentos saudáveis na melhoria de qualidade de vida vem se destacando, o que resulta no aumento mundial do consumo de frutos. Os frutos de *Psidium* são bastante utilizados *in natura* (frescos ou em sucos) e na forma de compotas, doces e geléias (LORENZI et al., 2006). Silva Júnior (2005) destaca a importância ecológica do fruto do araçá como fonte de alimento para a fauna silvestre.

Muitos araçás têm propriedades terapêuticas, por serem ricos em compostos fenólicos, ácido ascórbico, carotenos, antocianinas, triterpenos, flavonoides e óleos essenciais (MEDINA, 2011). O uso do araçá pela medicina popular vem sendo investigado em vários estudos de levantamento etnobotânico, de uma determinada comunidade ou região. Para o uso das propriedades medicinais de *Psidium*, pode-se utilizar a casca, as folhas e as raízes no

combate a doenças do coração, das vias urinárias, no tratamento de hemorragias (CAMPOS, 2010), distúrbios gastrointestinais e doenças infecciosas (CRUZ; KAPLAN, 2004).

Na Região Centro-Oeste do Brasil, várias espécies de *Psidium* se destacam como: *P. laruotteanum* Cambess., *P. firmum* O. Berg., *P. myrsinites* DC., *P. guajava* L., *P. sartorianum* O. Berg., *P. guineense* Sw., entre outras (MANICA, 2000).

Abaixo, algumas espécies de *Psidium* com maior ocorrência no Cerrado Goiano:

i *Psidium guajava* L.

Conhecida popularmente como goiabeira destaca-se como espécie de maior interesse econômico, entretanto existem diversas outras espécies desse gênero que também possuem frutos altamente apreciados. Tem aplicações medicinais investigadas em pesquisas científicas. Além disto, é grande produtora de óleos essenciais e madeira, os quais tem grande potencial para a exploração comercial sustentável (MANICA, 2000; GARCÍA et al., 2004; BEZERRA et al., 2006).

ii *Psidium firmum* O. Berg.

Chamada popularmente de goiabinha-do-cerrado e gabiobinha, ocorre nos biomas Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. Ocorre principalmente nos estados de Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal (CAMPOS, 2010; SOBRAL et al., 2010). Tem floração entre os meses de agosto e setembro e frutificação entre outubro e dezembro (PROENÇA; GIBBS, 1994).

Almeida et al. (1998) descrevem *P. firmum* como planta melífera de fruto saboroso. Possui indicação para uso medicinal, suas folhas têm ação adstringente, utilizadas popularmente em forma de chá para combater a diarreia.

iii *Psidium myrsinites* DC.

Popularmente chamada de araçá-veado, araçá-bravo, araçá-liso, araçá de porco, é uma espécie endêmica do Brasil com maior ocorrência nos estados do Ceará, Bahia, Tocantins, Goiás, Minas Gerais, Maranhão, Piauí e Distrito Federal. Soares-Silva (2006) afirmam que essa espécie ocorre tanto em cerrado *sensu stricto* quanto em campo sujo. Pode ser considerada uma espécie decídua, com folhagem nos meses de agosto e setembro, florescimento em novembro e dezembro e frutificação entre novembro e fevereiro (SILVA JÚNIOR et al., 2005).

Pereira (2010) verificou que em *Psidium myrsinites* foram encontrados óleos essenciais com atividade antimicrobiana e antifúngica. E em associação a gentamicina e neomicina, o óleo promoveu o aumento da atividade desses antibióticos. Essa espécie tem importância para as indústrias farmacêutica, cosmética e alimentícia, pode ser utilizada para paisagismo, recuperação de áreas degradadas e na extração do linalol do óleo essencial, substância utilizada para fixar a fragrância de perfumes na pele (SILVA JÚNIOR et al., 2005). As folhas e os frutos são utilizados para fins medicinais, alimentícios e para construção e também, conhecida pela sua ação adstringente e cicatrização além de ser muito utilizada para fabricação de geleias e sucos (CAMPOS, 2010; SOBRAL et al., 2010).

iv *Psidium laruotteanum* Cambess.

Popularmente chamada de araçá do campo, araçá-cascudo e goiabinha do campo, ocorre apenas no Cerrado embora já tenham relatos de ocorrência na Mata Atlântica, com maior ocorrência nos estados de Minas Gerais, Distrito Federal, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul e Bahia. Possui as folhas e frutos utilizados para fins medicinais e econômicos e é muito utilizada para fabricação de doces (CAMPOS, 2010; SOBRAL et al., 2010). Essa espécie tem grande potencial para o paisagismo e recuperação de áreas degradadas. É uma espécie decídua, com folhagem entre agosto e setembro, floração entre os meses de novembro e dezembro e frutificação entre novembro e fevereiro (SILVA JÚNIOR et al., 2005).

v *Psidium guineense* Sw.

Chamada popularmente de araçá verdadeiro, araçá azedo e araçazeiro do mato. A parte da planta utilizada para fins medicinais é a folha e para fins alimentícios é o fruto. Ambos possuem várias indicações de uso, tais como, anti-inflamatório bucal, fabricação de sorvetes e geleias. *Psidium guineense* ocorre em todo o território brasileiro em biomas como Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (CAMPOS, 2010; SOBRAL et al., 2010). Tem floração entre os meses de outubro e dezembro e frutificação entre novembro e fevereiro (SOARES-SILVA, 2006).

Segundo Gomes et al. (2009) entre as espécies de *Psidium* pode ocorrer grande variação no que se refere à pilosidade, padrão de nervação e anatomia das folhas. Segundo Metcalfe e Chalk (1972) o estudo anatômico da planta é muito relevante para a taxonomia e também para paleontologia, na identificação de restos paleobotânicos e confirmações de indivíduos até o nível de gênero.

Caracteres morfoanatômicos têm sido utilizados como subsídios à sistemática de plantas, para a identificação e estabelecimento de relações entre espécies ou grupos taxonômicos superiores (JUDD et al., 1999). A compreensão inicial de que havia diferentes padrões histológicos nas plantas com diferenças que poderiam ser usadas para estabelecer relações entre espécies, foi introduzida por Hans Solereder ao final do século XIX (STERN, 1978 apud SANTOS, 2012).

Wheeler e Bass (1991) ressaltam que devido à variabilidade por diversos fatores ambientais em indivíduos do mesmo gênero ou até da mesma espécie, recomenda-se o uso de um conjunto de caracteres anatômicos, ao invés de um caráter isolado, além de um maior número de amostras para uma correta identificação. Segundo Herendeen e Miller (2000), o problema é estabelecer grupos de características, mesmo quando estas variam continuamente.

Para a separação de características anatômicas e morfológicas, pesquisadores estão utilizando técnicas estatísticas. Ferreira e Souza (1997) descrevem a eficácia do uso das ferramentas estatísticas multivariadas para pesquisas de manejo florestal, utilizando análise fatorial, de componentes principais, de discriminantes e de agrupamentos. Essas técnicas permitem avaliar um conjunto de características, considerando a significância das correlações existentes.

## 2.4 A estatística como ferramenta em estudos botânicos e taxonômicos

A análise estatística multivariada possibilita verificar um conjunto de características e correlacioná-las, o que permite verificar o nível de significância sem a interferência sobre o conjunto de variáveis. É considerada como um conjunto de técnicas de sintetização ou simplificação de variáveis (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Para classificar as análises multivariadas existem duas formas, as que extraem informações a respeito da independência entre variáveis, tais como análises fatoriais, de agrupamento e de componentes principais; e as que permitem retirar informações a respeito da dependência entre uma ou mais variáveis, tais como análise de regressão multivariada e análise de discriminante (BURTON et al., 1991).

Para tanto, são montadas matrizes com o resultado das análises por Coeficiente de Distância Euclidiana Simples (PCA), Métodos de Agrupamento, tais como, UPGMA (análise de agrupamento através das médias não ponderadas de grupos pareados), e para distâncias não-Euclidianas a analisada por PCoA (Análise em Coordenadas Principais), para evidenciar os fatores que determinam a formação de grupos (MALLO, 1985).

Segundo Farias et al. (2010) análises de cluster e componentes principais têm sido utilizadas como ferramenta para entender melhor os padrões de variação morfológica e anatômica, mostrando relações entre taxa. A análise de grupamento agrupa indivíduos em um número restrito de grupos ou classes homogêneas, usando como base uma similaridade ou uma distância (MALLO, 1985; MANLY, 1997). Análise de componentes principais (APC ou PCA) consiste em selecionar um conjunto de variáveis ou medidas de interesse e cria um novo conjunto de variáveis dos componentes principais (MANLY, 1997). Reis (1997) afirma que essa análise serve para obter variáveis que apresentam o máximo possível de informações e explicar as relações entre elas.

O principal método de se estimar os componentes principais das espécies é utilizando a matriz de correlação  $R$ , que é especificado em função dos pares de autovalores e autovetores devido a sua rápida convergência (FERREIRA, 1996). O Coeficiente de Correlação Cofenética ( $R$ ) é utilizado para ordenar a análise de componentes principais das espécies e o quantitativo dos caracteres anatômicos, usando as variâncias. Após a aplicação de cada método de agrupamento é obtido o coeficiente de correlação cofenética entre a matriz de distâncias originais e a matriz cofenética. Quanto maior o valor da correlação, menor será a distorção provocada pelo agrupamento (MANLY, 1997).

Assim, conforme Godinho et al. (2008), o maior valor de R é associado ao primeiro componente principal, o segundo maior valor ao segundo componente principal, até que o último componente principal esteja associado ao menor valor, o que coloca os primeiros como os mais importantes e o último com uma fração muito pequena da variabilidade dos dados. Esses primeiros componentes podem explicar segundo Johnson e Wichern (1998), 80 ou 90% da variabilidade total sem descartar muita informação.

A seleção das principais variáveis é feita através do critério de Jolliffe (1972) ou também citado como critério de descarte das variáveis. De acordo com Jolliffe (1973), pode-se fazer uma comparação dos componentes principais utilizando o coeficiente de correlação (R), como medida de similaridade entre características de cada planta. Jolliffe (1972) recomenda que quando a análise de componentes principais utiliza a matriz de correlação, estabelece-se que o número de componentes cuja variância (autovalor) é inferior a 0,7 deve ser descartada. Mesmo que os índices encontrados sejam menores que 0,7. Mardia et al. (1997) explicam que o descarte pode ser feito pela variável que possuir coeficiente de componente principal de menor variância, o que significa que é menos importante para explicar os caracteres gerais.

Cruz e Regazzi (1994) e Longhi (1997) descrevem que o objetivo das técnicas de análise de agrupamento é dividir um conjunto de observações de características em vários grupos, com um critério de similaridade ou dissimilaridade. Usualmente para demonstrar essa divisão de grupos, um dendrograma é formado, buscando homogeneidade e heterogeneidade entre os indivíduos no grupo. Cruz et al. (2011) explicam que os principais métodos de agrupamento hierárquicos são: o método do vizinho mais próximo, o método do vizinho mais distante e também o método de análise UPGMA.

UPGMA, do inglês *Unweighted Pair Group Method Analysis*, que em português significa Análise de Agrupamento através das Médias Não Ponderadas de Grupos Pareados, é a estratégia de agrupamento adotada para a análise de componentes principais para evidenciar variações de distância e similaridade entre as espécies. Essa variância contida em cada componente principal é expressa pelos autovalores da matriz padronizada onde os primeiros componentes explicam a maioria das variáveis. O UPGMA é usado para formar fenogramas de similaridade entre as espécies utilizando a matriz de dados binários dos grupos, ele produz baixa distorção na representação de similaridades entre indivíduos de um dendrograma (GODINHO et al., 2008).

Calcula-se o índice de Jaccard para evidenciar a similaridade dos caracteres, considerando o número de características exclusivas de cada espécie (ROSSATO et al., 2008).

Com base nesse índice elaborase um dendrograma baseado na média de grupo (UPGMA), onde os valores das ordenadas expressam as relações de similaridade (SNEATH; SOKAL, 1973).

Quando as espécies apresentam magnitudes diferenciadas, conforme as grandezas a que se referem a análise de componentes principais é efetuada com base na matriz de correlação dessas (PCoA). Dillon e Goldstein (1984) explicam que a melhor forma na explanação da análise de dados dos componentes principais é a representação gráfica.

Cruz-Castilho et al. (1994) explicam que o aumento no interesse de ferramentas estatísticas em estudos taxonômicos, se deve ao caráter multivariado de dados (características) aliado à tecnologia computacional. Estudos sobre a diversidade taxonômica e genética, tem se utilizado atualmente de ferramentas multivariadas, como em culturas do guaraná (NASCIMENTO FILHO et al., 2001), feijão (RODRIGUES et al, 2002), café (FONSECA et al., 2006).

Análises estatísticas multivariadas vêm sendo abordadas em várias pesquisas como a realizada por Newnham (1992), que utilizou análise de agrupamento como alternativa para agregar povoamentos de plantas, quanto ao estoque de madeira, definindo áreas geográficas homogêneas em termos de composição de espécies. Mourão e Beltratti (2000) aplicaram as técnicas multivariadas, na tentativa de discriminar raças e populações de pupunha para delimitar subfamílias e tribos de Clusiaceae utilizando a caracterização morfológica de frutos e sementes. Ferreira e Souza (1997) evidenciaram essas análises multivariadas para fins de manejo florestal, aplicando a análise fatorial, componentes principais, discriminante e agrupamento.

Scheeren e Finger (1998) utilizaram análise fatorial, pelo método de componentes principais com uma matriz de 54 variáveis para nove (fatores comuns), com o objetivo de verificar o efeito dos nutrientes do solo e da copa no crescimento de um povoamento plantado de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. na Floresta Nacional de Canela, no Estado do Rio Grande do Sul.

Gerhardt et al. (2001) descreveram a utilização da análise de grupamento (cluster-UPGMA) para separar grupos distintos cujas variáveis permitissem identificar as árvores que o compõem, com o objetivo de conhecer as variáveis que descrevem as características físicas e morfológicas do solo, o conteúdo de nutrientes da serapilheira e as características dendrométricas que influem e podem estar associadas ao crescimento de *Araucaria angustifolia* e que poderão estabelecer agrupamento de sítios.

Em pesquisa realizada em Manaus, Martel et al. (2003) com o objetivo de caracterizar três espécies de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), aplicaram três técnicas multivariadas utilizando 15 características morfológicas numa tentativa de classificar os locais que contêm as raças. Machado (2004) utilizou-se da PCA e UPGMA para investigar o gênero *Discocactus Pfeiff.* (Cactaceae) no Estado da Bahia, Brasil: variabilidade morfológica, variabilidade genética, taxonomia e conservação.

No estudo de Lima Junior (2006), empregaram-se as técnicas multivariadas de análise fatorial, de agrupamento e discriminante, com o objetivo de identificar as fases de crescimento da leucena (*Leucaena leucocephala*) leguminosa, ao longo do tempo. Watanabe (2009) utilizou técnicas de análise de agrupamento (UPGMA) e de ordenação (PCA e DF) para análise morfométrica e variabilidade morfológica em populações de *Syngonanthus nitens* (Bong.) Ruhland (Eriocaulaceae). Souza (2012) também investigou através da UPGMA a taxonomia e morfometria foliar de *Tapura amazonica* Poepp. & Endl. (Dichapetalaceae). Silva (2013) pesquisou a delimitação taxonômica e variabilidade genética de *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. e *Paspalum bicilium* Mez (Poaceae, Paspaleae) através de análise de PCA e UPGMA.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo Geral

Avaliar as variações interespecíficas de quatro espécies de *Psidium* coletadas no Cerrado goiano, com base nos caracteres morfoanatômicos e micromorfológicos de suas folhas, com o intuito de contribuir para estudos taxonômicos futuros.

#### 3.2 Objetivos Específicos

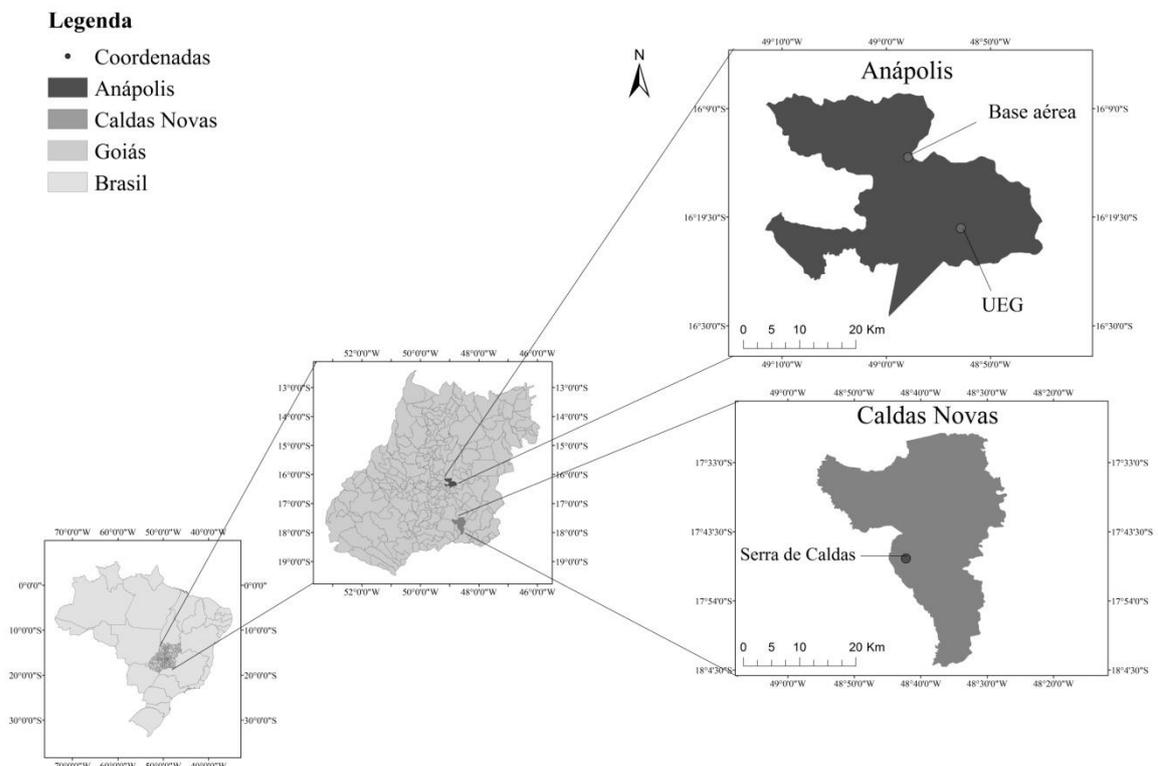
- Descrever a morfoanatomia, micromorfologia e a arquitetura foliar de quatro espécies de *Psidium*, bem como de duas espécies de gêneros relacionados (*Campomanesia* e *Eugenia*);
- Comparar os dados morfoanatômicos obtidos das espécies analisadas;
- Identificar caracteres morfoanatômicos distintivos para as espécies de *Psidium*;
- Construir uma chave de identificação para as espécies de *Psidium* analisadas;
- Realizar a análise dos componentes principais (PCA) e a análise de agrupamento por meio das médias não ponderadas de grupos pareados (UPGMA) tanto das espécies de *Psidium* quanto das espécies relacionadas, a fim de compreender melhor seus padrões de variação morfológica.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Local de estudo

No levantamento realizado em exsicatas depositadas no Herbário da Universidade Estadual de Goiás (HUEG) foi detectada a ocorrência de espécies de *Psidium* em alguns locais de cerrado *sensu stricto* no Estado de Goiás. As coletas foram realizadas em diferentes meses dos anos de 2013 (Agosto e Novembro) e 2014 (Fevereiro e Agosto). Assim, foram estabelecidos três (3) pontos de coleta em diferentes locais: (1) área da Universidade Estadual de Goiás (UEG) chamada de “Trilha do Tatu”, (2) área de proteção ambiental localizada dentro da Base Aérea de Anápolis e (3) área do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (Figura 2).

**Figura 2** - Mapa com a localização do estado de Goiás, dos municípios de Anápolis e Caldas Novas e dos locais de coletas de *Psidium* spp.



Ponto 1: Área de cerrado *sensu stricto* (antropizada) situada no Câmpus da Universidade Estadual de Goiás, Campus Ciências Exatas e Tecnológicas- Henrique Santillo, compreendido entre as coordenadas 16° 20' 34" S e 48° 52' 51" W à 1075m de altitude, situado à Br 153, Km 98, na cidade de Anápolis, Goiás, região Centro-Oeste do Brasil. O clima predominante da área é tropical sazonal com inverno seco e verão chuvoso. A reserva de cerrado do Câmpus da Universidade Estadual de Goiás (UEG) apresenta as respectivas fitofisionomias: cerrado *sensu stricto*, mata mesófila e mata de galeria acompanhada pelo córrego Barreiro que atravessa transversalmente a área do câmpus (CURADO; ANGELINI, 2006).

Ponto 2: Área de cerrado *sensu stricto* (antropizada), situada na Base Aérea de Anápolis – BAAN, que é uma base da Força Aérea Brasileira com área total de 1.641,12 ha, localizada na cidade de Anápolis, estado de Goiás, Brasil. Compreendida nas coordenadas 16°13'42" S 48°57'54" W à 1137m de altitude. Na mata nativa da BAAN, ainda intocada, há treze mananciais, dentre os quais, uma destas fontes retira-se água para o consumo dos militares (DIEPPE; OLIVEIRA, 2013).

Ponto 3: Área de cerrado *sensu stricto* situada no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCAN), localizado entre os municípios de Caldas Novas e Rio Quente, compreendido nas coordenadas 17°47'34" S 48°42'14" W à 1.043m de altitude. Criado pela lei 7.282 de 25 de setembro de 1970, o Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCAN) representa uma Unidade de Conservação do Cerrado em Goiás, onde se podem observar diferentes fisionomias típicas do bioma, como floresta de galeria, cerradão, cerrado *sensu stricto*, campo rupestre e veredas (SIQUEIRA, 2006; IGLESIAS et al., 2011). Compreende área de 12.315,36 ha, com aproximadamente 18 km de raio, 1043 m de altitude no topo, sendo este em formato de elipse, constituído de um grande platô; as laterais com encostas que formam muralhas naturais (SILVA et al., 2002).

## 4.2 Material botânico

O material botânico foi constituído por folhas adultas completamente expandidas, coletadas abaixo do terceiro nó. Para cada indivíduo foram confeccionadas exsicatas, depositadas no Herbário da Universidade Estadual de Goiás. A identificação das espécies foi

realizada pela Profa. Dra. Mirley Luciene dos Santos da Universidade Estadual de Goiás e pelo Dr. Jair Eustáquio Quintino de Faria Júnior da Universidade de Brasília. As plantas foram fotografadas nos locais de coleta utilizando câmera fotográfica digital SONY H100.

Elegeram-se quatro espécies de arazás de maior importância alimentícia e farmacológica: *Psidium firmum* O. Berg., *Psidium myrsinites* DC., *Psidium laruotteanum* Cambess. e *Psidium guineense* Sw. Além disso, com o intuito de validar as ferramentas estatísticas utilizadas na análise comparativa dos caracteres morfoanatômicos, foram estudadas duas outras espécies de Myrtaceae com diferentes graus de parentesco com o gênero *Psidium*: *Campomanesia adamantium* Cambess., subtribo Myrtinae (parentesco mais próximo por pertencer a mesma subtribo de *Psidium*) e *Eugenia puniceifolia* (HBK) DC., subtribo Eugeniinae (parentesco distante por pertencer a outra subtribo) (Tabela 1).

**Tabela 1** - Localização geográfica, data de coleta e número de tombamento das exsicatas das espécies de Myrtaceae coletadas no Cerrado goiano.

Identificação da Espécie	Local da coleta	Datas das coletas	Coordenadas geográficas Longitude/ Latitude/ Altitude (m)	Número de tombamento
<i>Psidium firmum</i> O. Berg.	UEG-GO	08/2013	16°22'53,977"/ 48°56'41,779"/ 1098	9211*
		02/2014		
<i>Psidium myrsinites</i> DC.	UEG-GO	06/2013	16°22'42,058"/ 48°56'40,488"/ 1099	9212*
		02/2014		
	BAAN-GO	11/2013	16°12'52,991"/ 48°57'55,868"/ 1104	9213*
<i>Psidium laruotteanum</i> Cambess.	UEG-GO	06/2013	16°22'46,885"/ 48°56'39,774"/ 1100	9214*
		02/2014		
	BAAN-GO	11/2013	16°12'56,088"/ 48°57'56,486"/ 1114	9215*
		06/2014		
	PESCAN	08/2013	17°28'12,396"/ 48°24'3,604"/ 982	9218*
<i>Psidium guineense</i> Sw.	BAAN-GO	11/2013	16°12'45,507"/ 48°57'23,651"/ 1104	9217*
		06/2014		
		06/2014		
<i>Campomanesia adamantium</i> Cambess.	BAAN-GO	06/2014	16°12' 49,409"/48°57'50, 552"/1104	10.049*
<i>Eugenia puniceifolia</i> Kunth DC.	UEG-GO	06/2013	16°22'45,203"/ 48°56'48,501"/ 1101	10.050*
		02/2014		

Legenda - UEG: Reserva Campus da Universidade Estadual de Goiás- Anápolis; PESCAN: Parque Estadual da Serra de Caldas Novas; BAAN: Base Aérea de Anápolis; \*Herbário da Universidade Estadual de Goiás (HUEG).

### 4.3 Estudo morfoanatômico

#### 4.3.1 Análise morfológica e padrão de venação

A caracterização morfológica das folhas foi realizada à vista desarmada e por meio de observação com o auxílio de microscópio estereoscópico, quando necessário, segundo parâmetros descritos por Oliveira e Akisue (2003) e Ellis et al. (2009).

O registro do padrão de nervação foi feito a partir de ampliações das folhas diafanizadas (utilizando um ampliador fotográfico Durst M601) e a rede menor de nervuras foi registrada em fotomicroscópio Olympus BX40.

Folhas recém-coletadas foram diafanizadas conforme metodologia descrita por Kraus e Arduin (1997). Foram selecionadas no mínimo cinco folhas íntegras de cada espécie, e colocadas em um recipiente com hidróxido de sódio a 20% por 24 horas, para retirar a clorofila. Ao término desse período foram realizadas várias lavagens com água e água destilada. Clarificou-se com água sanitária. Posteriormente foi realizada a desidratação em série etanólica a 70% (p/p), 90% (p/p) e absoluto, deixando o material vegetal uma hora em cada. Em seguida, as folhas foram coradas com azul de metileno/xilol (1:1) ou com safranina/xilol (1:1). Cada folha foi imersa em xilol e rapidamente transferida para uma placa de vidro contendo resina, montadas em duas placas e colocadas para secagem. As análises foram realizadas em microscópio estereoscópico LEICA, modelo EZ4D.

A caracterização macro e microscópica do padrão da arquitetura foliar foi realizada segundo Cardoso e Sajo (2004, 2006) e Ellis et al. (2009).

#### 4.3.2 Análise da anatomia foliar

Para a caracterização anatômica foram utilizadas cinco folhas recém-coletadas de cada indivíduo, destas foram retirados fragmentos de aproximadamente 1,0 X 0,5cm, da lâmina foliar (nervura principal, região internervural e bordos) e fragmentos de 0,1-0,7mm da região mediana do pecíolo. Os fragmentos foram fixados em FPA (formaldeído a 37%, ácido propiônico e etanol 70% na proporção de 1:1:18 – (V/V)) por 24 horas e posteriormente conservados em etanol 70% (p/p) (KRAUS; ARDUIN, 1997; MORAES et al., 2011).

Foram realizados cortes transversais em material vegetal fixado, e cortes paradérmicos das folhas frescas, à mão livre e com o auxílio do micrótomo de mesa. Os cortes foram clarificados com hipoclorito de sódio a 30% (V/V), lavados com água destilada, neutralizados com ácido acético a 5%, novamente lavados com água destilada, finalmente submetidos ao processo de dupla coloração Azul de Alcian/ Safranina (9:1) e montados em lâmina com glicerina a 50% (V/V), conforme técnica adaptada de Bukatsch (KRAUS; ARDUIN, 1997).

Secções transversais a mão livre da lâmina foliar recém-coletada foram submetidas aos testes histoquímicos com cloreto férrico para identificar compostos fenólicos, e com Sudan III para evidenciar substâncias lipofílicas. De cada região da lâmina foliar foram preparadas três lâminas contendo três cortes em cada lâmina.

As fotomicrografias referentes às estruturas anatômicas foram obtidas em fotomicroscópio modelo LEICA DM27000 com captura digital das imagens e escalas obtidas nas mesmas condições ópticas.

Para o estudo em microscopia eletrônica de varredura (MEV), fragmentos da região mediana da lâmina foliar foram fixados em Karnovisk (KRAUS; ARDUIN, 1997), desidratados em série etanólica e submetidos ao ponto crítico de CO<sub>2</sub> em evaporador (Balzers CPD030). Os espécimes foram montados em suportes de alumínio (*stubs*) e metalizados com ouro (Denton Vacuum- Leica em SCD 500). Em seguida foram examinados em vista frontal ao microscópio eletrônico de varredura (Jeol, JSM – 7001F, equipado com EDS, Thermo scientific NSS Spectral Imaging) no Laboratório de Microscopia da Universidade de Brasília-UnB.

#### **4.4 Análises estatísticas**

Para uma melhor compreensão das variações intraespecíficas e interespecíficas em *Psidium* foram realizadas análises estatísticas multivariadas utilizando o programa Statistica 7.0 (STATSOFT, 1997), o programa R (DEVELOPMENTS CORE TEAM, 2008) e PAST (HAMMER et al., 2001).

A presença ou ausência de 71 caracteres morfoanatômicos e micromorfológicos foi avaliada para as quatro espécies de *Psidium* e duas outras espécies de Myrtaceae com diferentes graus de parentesco com esse gênero, *Campomanesia adamantium* Cambess., pertencente à subtribo Myrtinae (mesma subtribo de *Psidium*) e *Eugenia puniceifolia* (HBK) DC. pertencente à subtribo Eugeniinae (parentesco distante por pertencer a outra subtribo), utilizada como grupo externo.

Trinta caracteres foram selecionados pela análise de componentes principais (PCA) e a análise de agrupamento através das médias não ponderadas de grupos pareados (UPGMA) (Tabela 2). Dos quais 30 foram selecionados por meio da PCA a partir das 4 primeiras componentes por conter a maior porcentagem de explicação dos dados.

Segundo Ludwig e Reynolds (1988) e Godinho et al. (2008) emprega-se a PCA para reescrever as variáveis originais em novas variáveis, denominadas componentes principais, por meio de transformação de coordenadas. Assim, para estimar os fatores principais das espécies de Myrtaceae, verificou-se o quantitativo dos caracteres anatômicos e micromorfológicos. A matriz será igual ao número de variáveis que estão envolvidas na formação dos componentes principais. A análise de UPGMA foi usada para definir grupos com objetivos de formar fenogramas de similaridade entre as espécies (SOKAL; ROHKF, 1962).

As variáveis foram selecionadas por meio da PCA, assim, com base nesse princípio de que a variância dos componentes principais decresce do primeiro para o último, foram descartadas as variáveis de menores autovetores para as 4 primeiros componentes principais ( $< 0.201$  - consideradas menos importante para o estudo).

Para evidenciar diferenças entre as coordenadas principais já que as distâncias são dicotômicas, realizou-se uma PCoA (Análise das Coordenadas Principais), classificada como análise exploratória, baseando no número de caracteres comuns entre as espécies, utilizou-se o índice de similaridade de Jaccard para gerar o Biplote.

**Tabela 2** - Dados de presença e ausência dos 30 caracteres mais significativos selecionados por meio da Análise de Componentes Principais, para formar fenogramas de similaridade nas análises de agrupamento e PCoA.

<b>Características morfológicas, anatômicas e micromorfológicas</b>	<b>sp 1</b>	<b>sp.2</b>	<b>sp.3</b>	<b>sp.4</b>	<b>sp5</b>	<b>sp6</b>
Hábito: Arbustivo	+	-	-	-	-	+
Hábito: Arbóreo	-	+	+	+	+	-
Contorno pecíolo côncavo-convexo	-	-	-	-	-	-
Contorno pecíolo plano-convexo	+	+	+	+	+	+
Cristais em forma de prismas no pecíolo	-	-	-	-	-	-
Cera com ornamentação lisa na face abaxial	-	-	+	-	-	-
Cera com ornamentação rugosa em flocos na face abaxial	+	+	-	-	+	+
Cutícula espessa com ornamentação rugosa na face adaxial	+	+	-	+	+	+
Cutícula delgada com ornamentação lisa na face adaxial	-	-	+	-	-	-
Cutícula espessa com ornamentação rugosa na face abaxial	+	+	+	-	+	+
Cutícula delgada com ornamentação lisa na face abaxial	-	-	-	+	-	-
Hipoderme com uma camada	-	-	-	-	+	-
Hipoderme com mais de uma camada	+	+	+	+	-	+
Parênquima paliçádico com uma camada	-	-	-	-	+	-
Parênquima paliçádico com mais de uma camada	+	+	+	+	-	+
Contorno da Ner. principal biconvexo	-	+	+	-	-	-
Contorno do feixe vascular na Ner.principal côncavo-convexo	-	-	-	+	+	+
Contorno do feixe vascular na Ner.principal plano-convexo	+	-	-	-	-	-
Contorno do feixe vascular na Ner. principal biconvexo	-	-	+	-	-	-
Cristais em forma de prismas na Ner. principal	-	-	-	-	-	-
Colênquima anelar na Ner. Principal	-	+	+	+	-	+
Colênquima angular na Ner. principal	+	-	-	-	+	-
Padrão de venação broquidódromo	+	-	-	-	-	-
Padrão de venação camptódromo-broquidódromo	-	+	-	-	-	+
Tricomatas Tectores unicelulares na epiderme adaxial	-	-	-	+	-	-
Venação primária sulcada na face adaxial	+	-	-	+	-	-
Venação secundária plana na face abaxial	+	+	+	-	+	+
Venação secundária sulcada na face adaxial	-	-	-	+	-	-
Venação secundária plana na face adaxial	+	-	+	-	+	+
Venação secundária saliente na face abaxial	-	-	-	+	-	-

Legenda: (+) presença; (-) ausência; sp1- *Psidium firmum*; sp2- *Psidium myrsinites*; sp3-*Psidium laruotteanum*; sp4- *Psidium guineense*; sp5- *Eugenia punicifolia*; sp6-*Campomanesia adamantium*

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Morfologia e padrão de venação foliar em espécies de *Psidium*

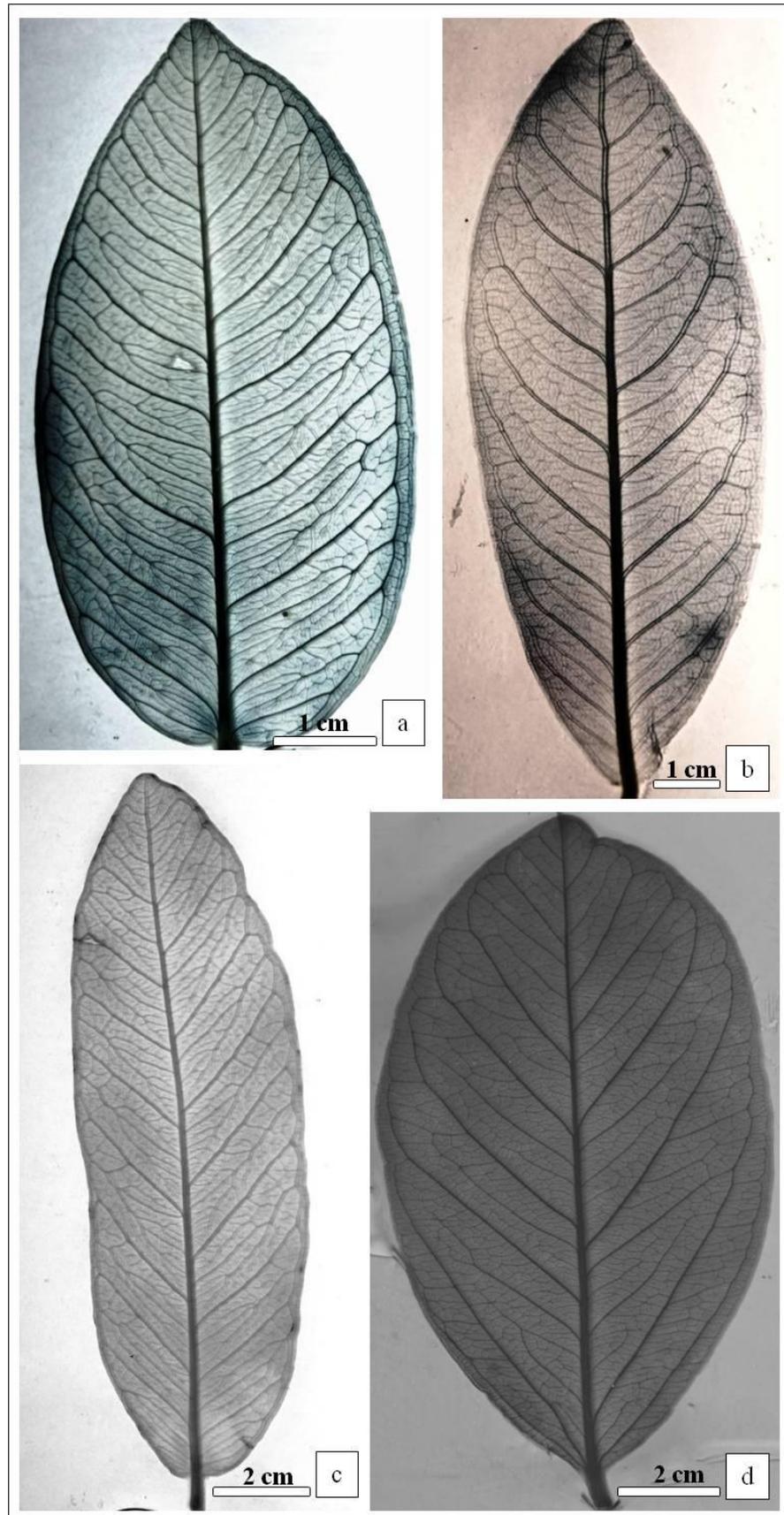
As folhas das espécies de *Psidium* analisadas no presente estudo são geralmente coriáceas, curto-pecioladas. Apresentam um padrão primário de nervação do tipo pinado, caracterizado por apenas uma nervura principal de maior calibre. O padrão de venação secundário é do tipo broquidódromo, com ocorrência maior do padrão misto camptódromo-broquidódromo (Figura 3). As nervuras secundárias apresentam diferentes padrões de espaçamento entre elas, possuem ângulo de divergência agudo com relação à nervura principal, são planas na face adaxial e proeminentes na abaxial, em sua maioria. Todas possuem nervuras intersecundárias. A nervação última marginal aparece na maioria em forma de arcos, do tipo incompleta e fimbrial. As aréolas são bem desenvolvidas formadas por nervuras de quarta e quinta ordem, e apresentam vênulas simples ramificadas (Tabela 3).

Os diferentes caracteres observados permitiram elaborar uma chave de identificação para as espécies de *Psidium*.

#### Chave de identificação morfológica para as espécies estudadas de *Psidium* spp.

1. Hábito arbustivo; padrão de venação secundário broquidodrómo; nervura última marginal do tipo fimbrial..... *P. firmum*
1. Hábito arbóreo; padrão de venação secundário camptódromo-broquidódromo; nervura última marginal em forma de arcos..... 2
  2. Superfície adaxial com nervura central sulcada e proeminente na abaxial; pilosa em ambas as superfícies; ápice obtuso a mucronado; base arredondada ..... *P. guineense*
  2. Superfície adaxial com nervura central proeminente; glabra na superfície adaxial e pilosa na superfície abaxial; ápice agudo a acuminado; base aguda a cuneada .....3
3. Caule cilíndrico liso, glabro, com depressões de placas irregulares que se desprendem do tronco, coloração castanha levemente rosada; nervura secundária na face adaxial proeminente..... *P. myrsinites*
3. Caule com ritidoma fissurado e cristas sinuosas e descontínuas, casca com coloração acinzentada escura; nervura secundária na face adaxial plana ..... *P. laruotteanum*

**Figura 3** - Padrões de venação em folhas de *Psidium* spp. (a) Padrão Broquidódromo em *Psidium firmum* O. Berg.; (b-d) Padrão Camptódromo-broquidódromo; (b) *P. myrsinites* DC.; (c) *P. laruotteanum* Cambess.; (d) *P. guineense* Sw.



**Tabela 3** - Caracteres morfológicos e de venação foliar de quatro espécies de *Psidium* ocorrentes no bioma Cerrado, Goiás, Brasil.

Caracteres/Espécies	<i>Psidium firmum</i>	<i>Psidium myrsinites</i>	<i>Psidium laruotteanum</i>	<i>Psidium guineense</i>	
<i>Forma</i>	elíptica a oblonga	elíptica a obovada	elíptica a obovada	elíptica a obovada	
<b>Lâmina foliar</b>					
<i>Ápice</i>	agudo a acuminado	agudo a acuminado	agudo a acuminado	obtusos a mucronado	
<i>Base</i>	arredondada	aguda a cuneada	aguda a cuneada	Arredondada	
<b>Pecíolo</b>	curto-peciolado	curto-peciolado	curto-peciolado	curto-peciolado	
<b>Indumento</b>					
<i>Face Adaxial</i>	Pilosa	Glabra	Glabra	Pilosa	
<i>Face Abaxial</i>	Pilosa	Pilosa	Pilosa	Pilosa	
<b>Nervura Principal Saliência</b>					
<i>Face Adaxial</i>	Sulcada	Proeminente	Proeminente	Sulcada	
<i>Face Abaxial</i>	Proeminente	Proeminente	Proeminente	Proeminente	
<b>Venação primária</b>	Pinada monopodial	Pinada monopodial	Pinada monopodial	Pinada monopodial	
<b>Padrão de Venação</b>	Broquidodroma	Camptódroma-broquidódroma	Camptódroma-broquidódroma	Camptódroma-broquidódroma	
<b>Nervuras (ordem)</b>	Até a 5ª ordem	Até 5ª ordem	Até a 5ª ordem	Até a 5ª ordem	
Número de Pares	<13	<13	<13	<10	
<b>Nervuras Secundárias Saliência-</b>					
<i>Face Adaxial</i>	Plana	Proeminente	Plana	Sulcada	
<i>Face Abaxial</i>	Plana	Plana	Plana	Proeminente	
<b>Nervuras Intersecundárias</b>	Presente	Presente	Presente	Presente	
<b>Nervuras Intra-marginal</b>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	
<b>Nervuras última-marginal</b>	Fimbrial	Em arcos/ incompletos	Em arcos	Em arcos	
<b>Nervura Coletora</b>	<i>Distância do bordo (mm)</i>	<1	1 a 3	1 a 3	1 a 3
<b>Vênulas</b>	<i>Simples/ Ramificadas</i>	Ramificadas	Ramificadas	Ramificadas	Ramificadas
<b>Aréolas</b>	Irregulares	Irregulares	Irregulares	Irregulares	

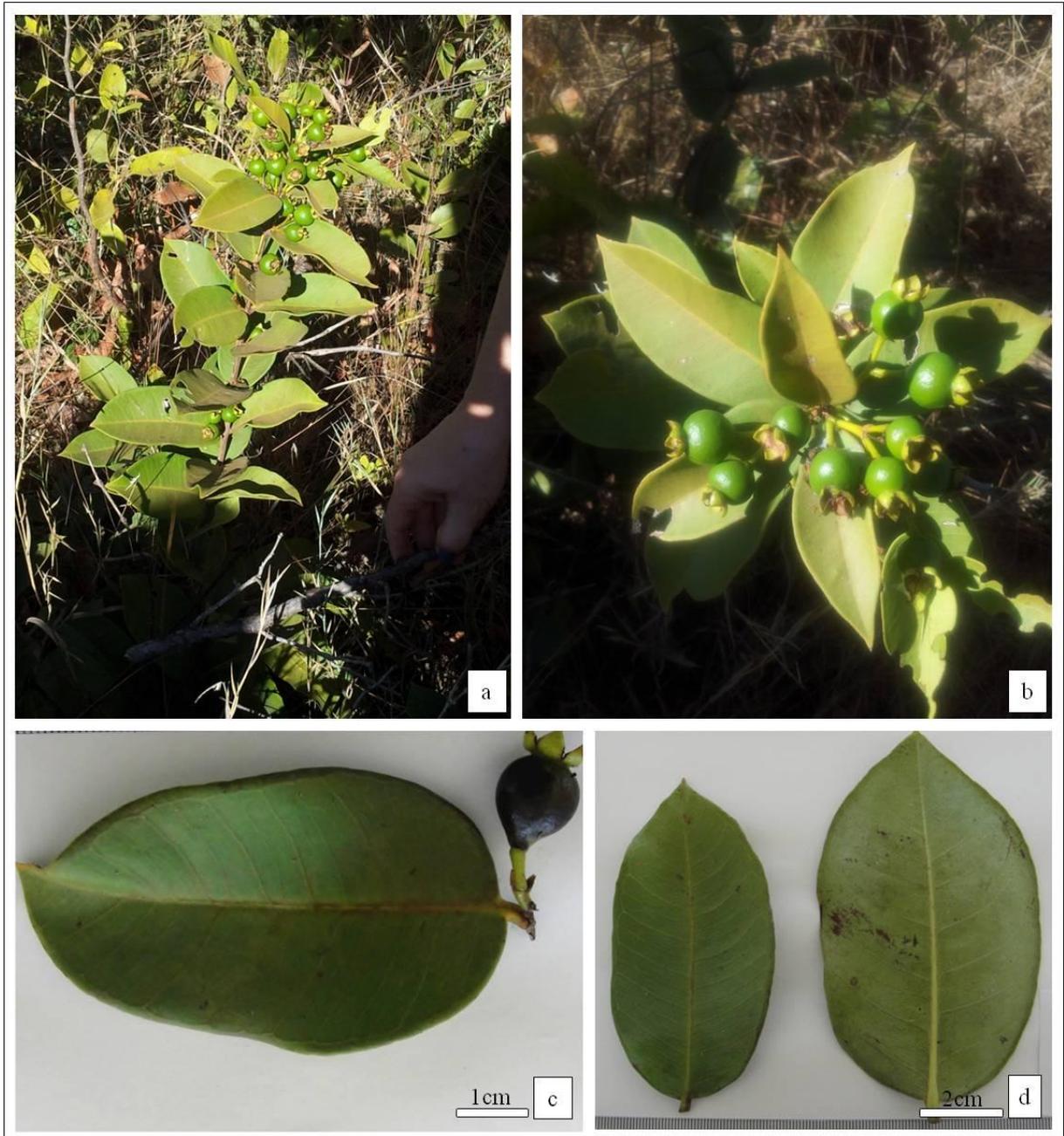
### 5.1.1 *Psidium firmum* O. Berg.

**Arbusto**, cerca de 90cm de altura; caule cilíndrico liso, glabro, coloração castanha (Figuras 4a,b). **Folhas** simples, opostas cruzadas, coriáceas, verde-acastanhadas em material herborizado; lâminas inteiras, 10-12 cm comprimento, 7-8 cm largura, formato elíptico a oblongo, algumas lanceoladas; ápice agudo a acuminado; base simétrica, arredondada (Figuras 4b-d); folha adulta: glabra no tato, mas apresenta cicatrizes de tricomas na face adaxial e velutina na abaxial; **Venação**: nervura principal pinada e sulcada na face adaxial e proeminente na abaxial; Venação broquidódroma (Figura 5a); nervuras até a quinta ordem (Figura 5d); nervuras secundárias com 12 a 13 pares, planas em ambas as faces, formando ângulo de divergência agudo de 45°-70° (Figura 5a); nervuras intersecundárias presentes (Figura 5b); nervura intramarginal ausente; nervura última marginal fimbrial (Figura 5e); nervuras de quarta e quinta ordem formam aréolas imperfeitas com vênulas livres ramificadas (Figura 5c); nervura fimbrial paralela à margem até 1 mm do bordo; **Pecíolo** curto, achatado, 1-7 mm de comprimento (Figura 4d).

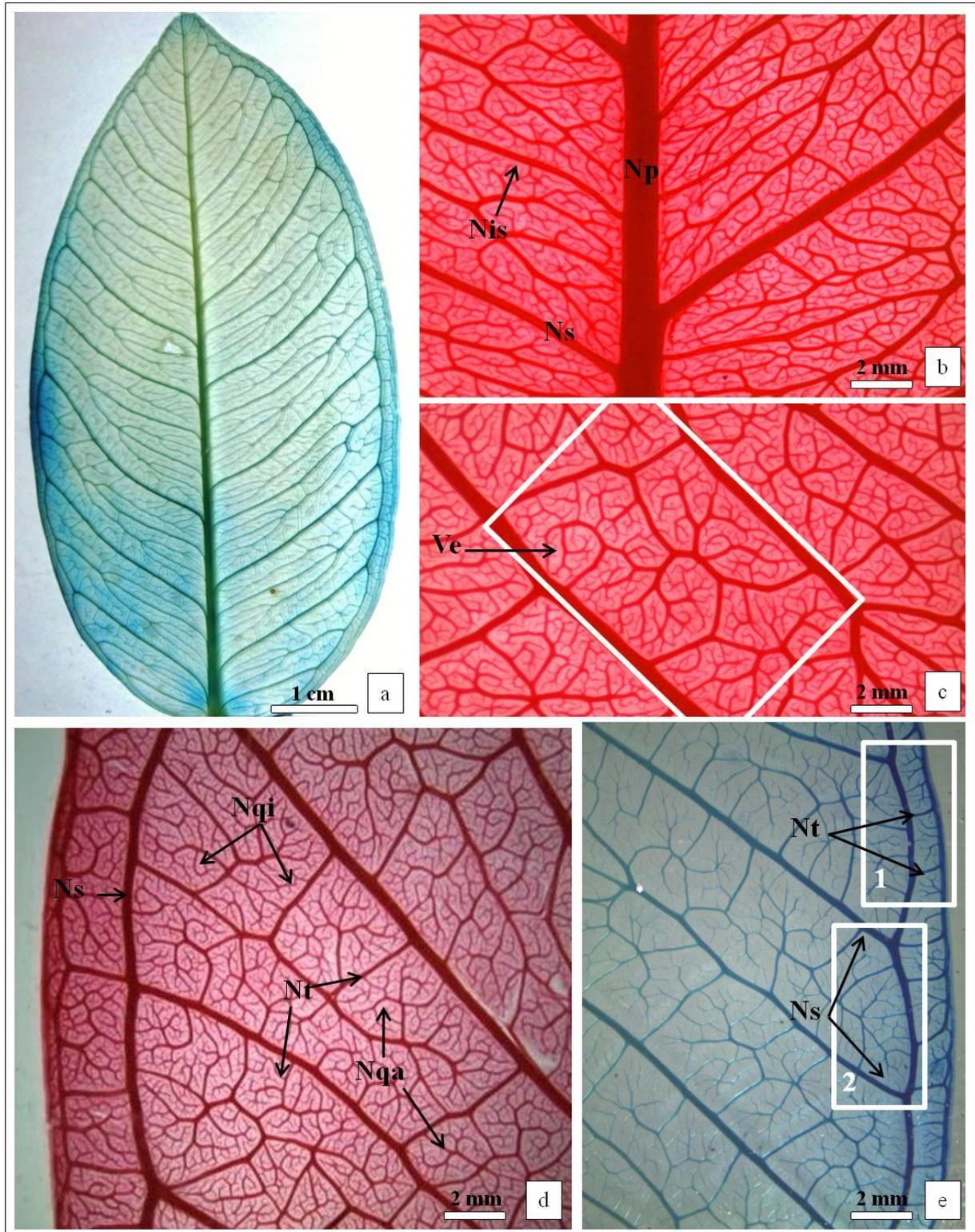
### 5.1.2 *Psidium myrsinites* DC.

**Árvore**, cerca de 3m de altura; caule cilíndrico liso, glabro, com depressões de placas irregulares que se desprendem do tronco, coloração castanha levemente rosada (Figura 6a). **Folhas** simples, opostas cruzadas (Figura 6b), coriáceas, verde-escuras em material herborizado; lâminas inteiras, 7-11 cm comprimento, 4-5 cm largura, formato elíptico a obovado; ápice agudo a acuminado; base simétrica, aguda a cuneada (Figura 6c); folha adulta: glabra na face adaxial e velutina na abaxial (Figura 6d); **Venação**: nervura principal pinada e proeminente em ambas as faces (Figura 6d); Venação camptódroma-broquidódroma (Figura 7a); nervuras até a quinta ordem (Figura 7b); nervuras secundárias com 12 a 13 pares, saliente na face adaxial e plana na abaxial, formando ângulo de divergência agudo de 45°-65° (Figura 7a); nervuras intersecundárias presentes (Figura 7d); nervura intramarginal ausente; nervura última marginal incompleta (Figura 7c); nervuras de quarta e quinta ordem formam aréolas completas com vênulas livres ramificadas (Figura 7e); **Pecíolo** curto, achatado, 2-4 mm de comprimento (Figura 6e).

**Figura 4** - *Psidium firmum* O. Berg. (a) Aspecto geral da planta arbustiva; (b) Aspecto geral da frutificação; (c) Superfície adaxial da folha e fruto; (d) Aspecto geral das superfícies adaxial e abaxial das folhas.

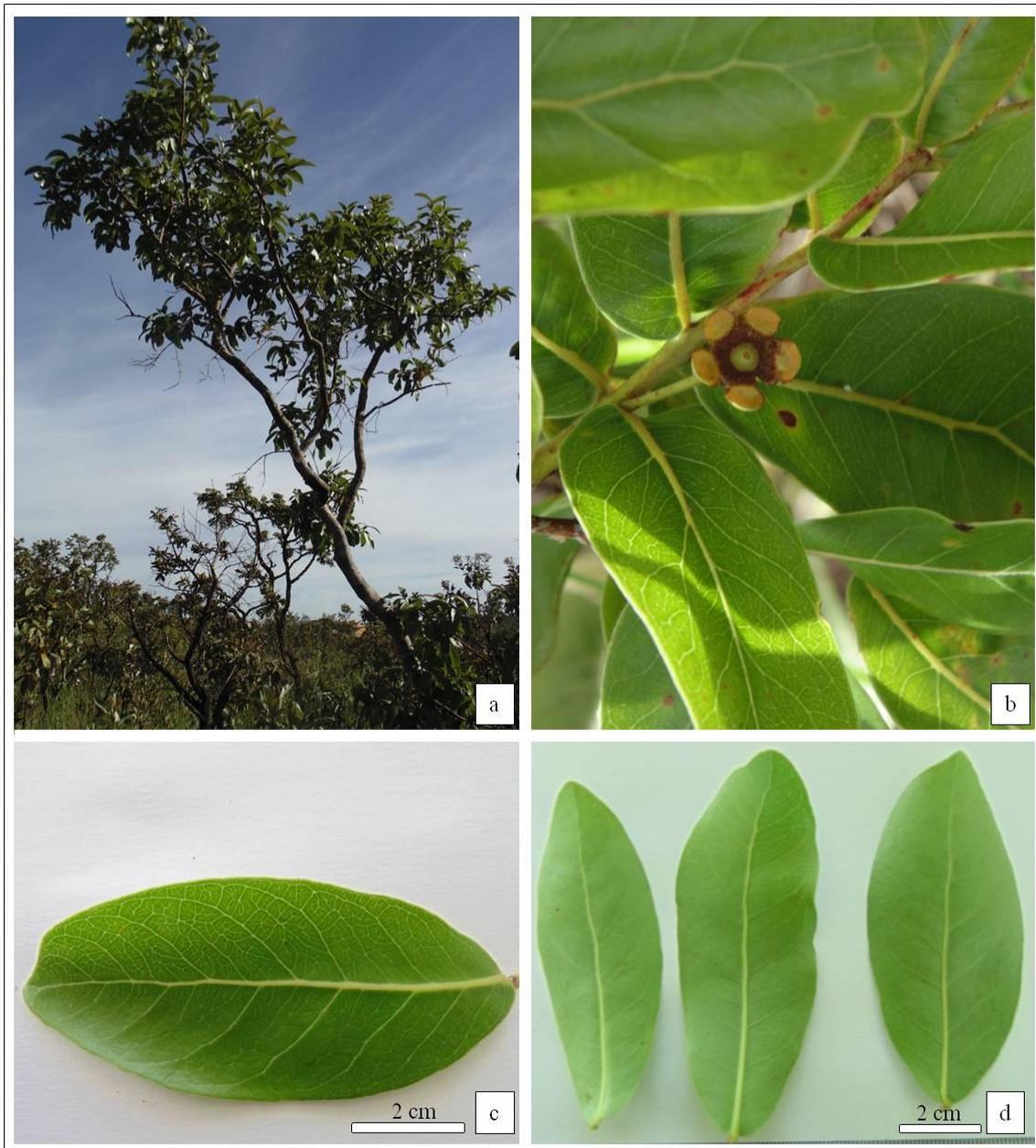


**Figura 5** - Folhas diafanizadas de *Psidium firmum* O. Berg.: (a) Padrão de venação broquidódromo; (b) Nervura intersecundária (seta); (c) Aréolas irregulares (retângulo) e vênulas livres (seta); (d) Setas indicando as ordens das veias (até a 5ª ordem); (e) Retângulo (1) indicando nervação última marginal fimbriada e retângulo (2) indicando a união das nervuras secundárias formando arcos broquidódromos.

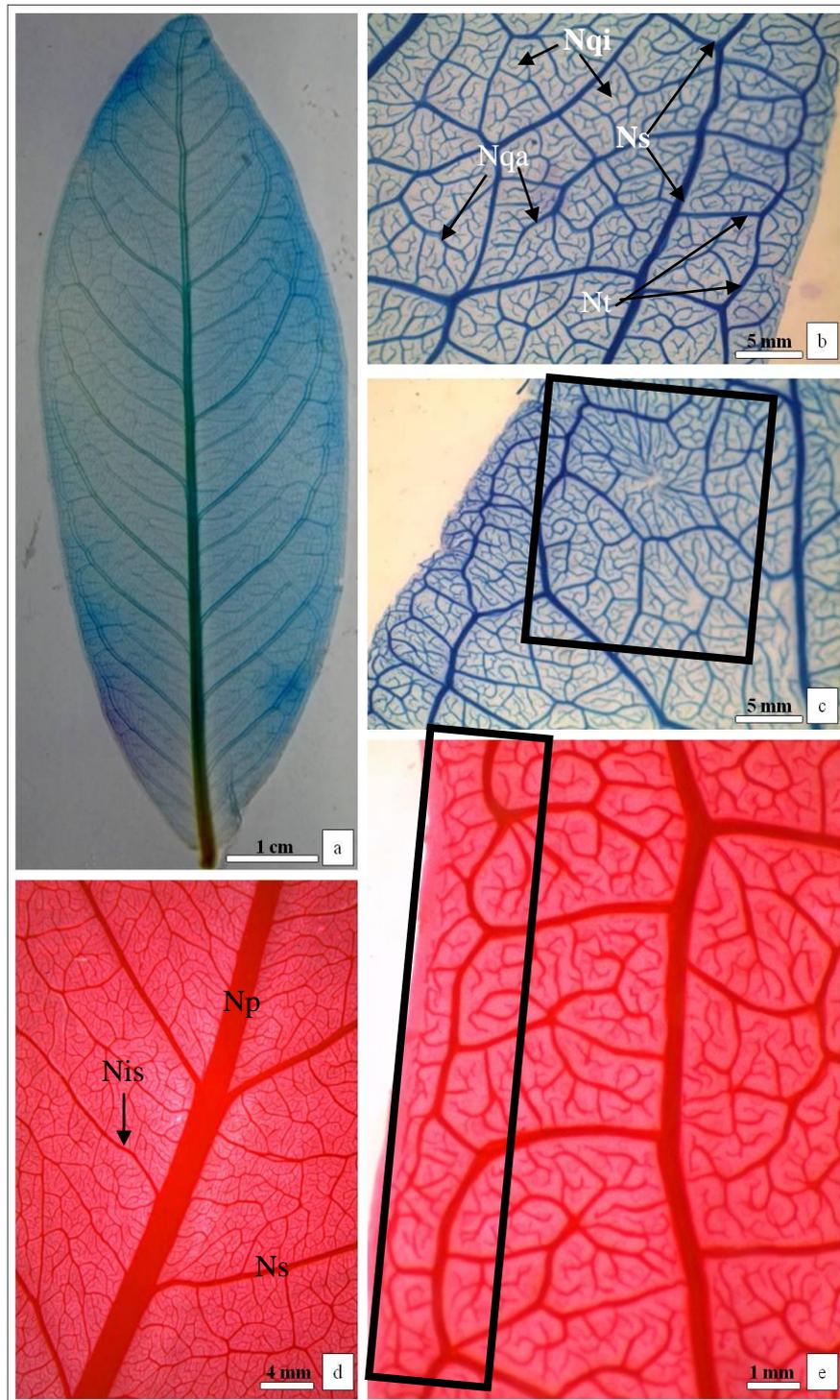


Legenda: Np – Nervura principal (1ª ordem); Ns – Nervura secundária (2ª ordem); Nis – Nervura intersecundária; Nt – Nervura terciária (3ª ordem); Nqa – Nervura de 4ª ordem; Nqi – Nervura de 5ª ordem; Ve – Vênulas.

**Figura 6** - *Psidium myrsinites* DC. (a) Aspecto geral da planta; (b) Aspecto geral dos ramos com flor de sépalas persistentes; (c) Folha superfície adaxial; (d) Folhas superfície abaxial.



**Figura 7** - Folhas diafanizadas de *Psidium myrsinites* DC.: (a) Padrão de venação camptódromo-broquidódromo; b) Ordem das nervuras (até a 5ª ordem); (c) Aréolas irregulares e vênulas livres (quadrado); (d) Nervura intersecundária; (e); Nervação última marginal em arcos incompletos (retângulo).



Legenda: Np – Nervura principal (1ª ordem); Ns – Nervura secundária (2ª ordem); Nis – Nervura intersecundária; Nt – Nervura terciária (3ª ordem); Nqa – Nervura de 4ª ordem; Nqi – Nervura de 5ª ordem; Ar – Aréolas; Ve – Vênulas.

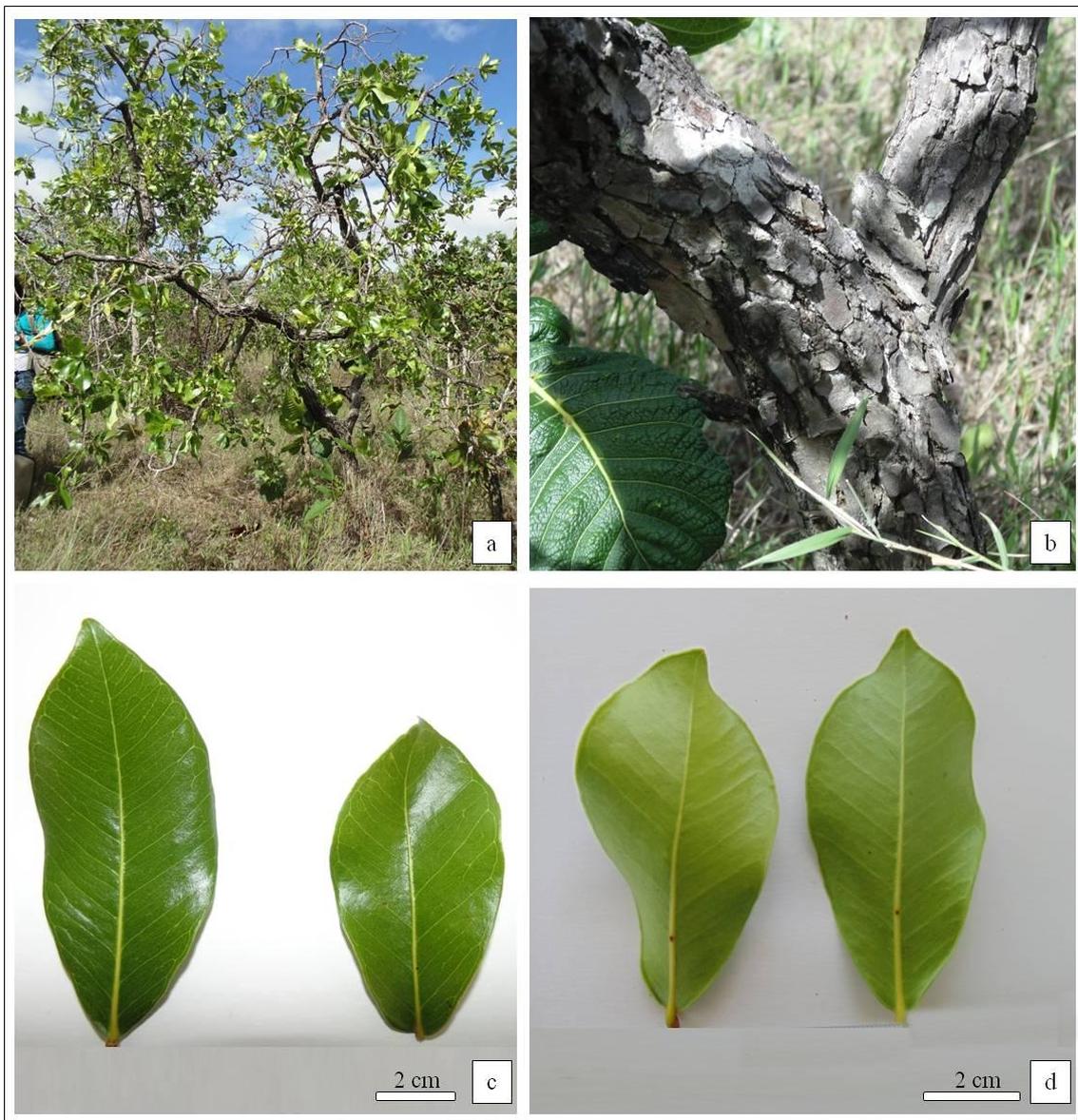
### 5.1.3 *Psidium laruotteanum* Cambess.

**Árvore**, cerca de 3m de altura (Figura 8a); caule com ritidoma fissurado e cristas sinuosas e descontínuas, casca com coloração acinzentada escura (Figura 8b). **Folhas** simples, opostas cruzadas, coriáceas, verde-escuras em material herborizado; lâminas inteiras, 7-9 cm comprimento, 2-4 cm largura, formato obovada a elíptica e lanceolada; ápice agudo a acuminado; base simétrica, aguda a cuneada; folha adulta: glabra na face adaxial (Figura 8c) e velutina na abaxial (Figura 8d); **Venação**: nervura principal pinada e proeminente em ambas as faces da lâmina foliar (Figura 8 c,d); Venação camptódroma-broquidódroma (Figura 9a); nervuras até a quinta ordem (9c); nervuras secundárias com 10 a 13 pares, planas em ambas as faces, formando ângulo de divergência agudo de 45°-70° (Figura 9a); nervuras intersecundárias presentes (Figura 9d); nervura intramarginal ausente; nervura última marginal em arcos (Figura 9e); nervuras de quarta e quinta ordem formam aréolas irregulares com vênulas livres ramificadas (Figura 9b); nervura coletora paralela à margem até 3 mm do bordo (Figura 9a); **Pecíolo** curto, achatado, 3-5 mm de comprimento (Figura 8d).

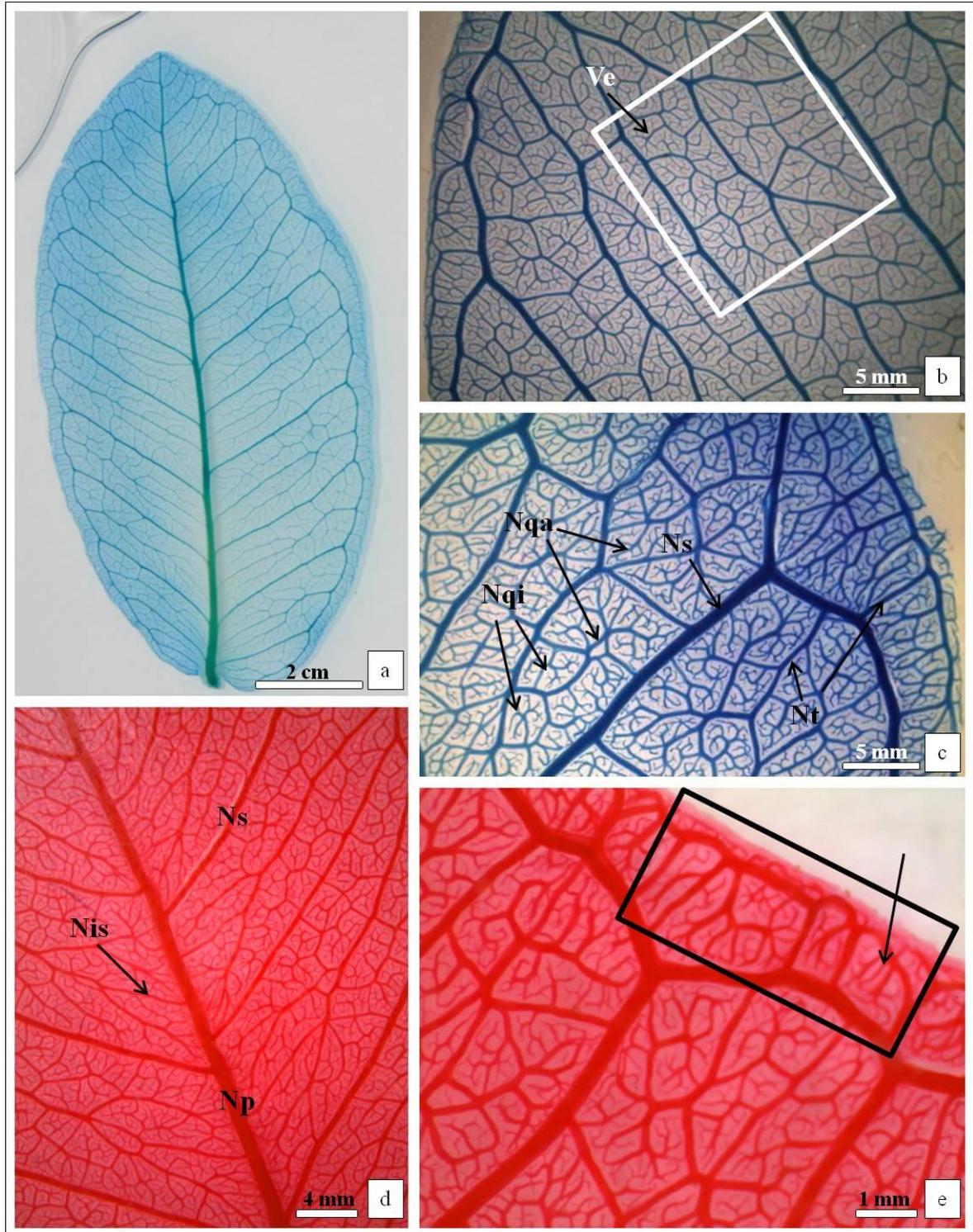
### 5.1.4 *Psidium guineense* Sw.

**Árvore**, cerca de 5m de altura; caule cilíndrico liso, cor cinza-amarelado (Figura 10a,b). **Folhas** simples, opostas cruzadas, coriáceas, verde-escuras em material herborizado; lâminas inteiras, 7-9 cm comprimento, 2-4 cm largura, formato obovada a elíptica; ápice obtuso a mucronado; base simétrica, arredondada (Figura 10c); folha adulta: tato velutino em ambas as faces; **Venação**: nervura principal pinada e sulcada na superfície adaxial e proeminente na abaxial (Figura 10d); Venação camptódroma-broquidódroma (Figura 11a); nervuras até a quinta ordem (Figura 11c); nervuras secundárias com 8 a 10 pares, sulcada na superfície adaxial e plana na abaxial, formando ângulo de divergência agudo de 45°-70° (Figura 11a); nervuras intersecundárias presentes (Figura 11d); nervura intramarginal ausente; nervura última marginal em arcos (Figura 11e); nervuras de quarta e quinta ordem formam aréolas irregulares com vênulas livres ramificadas (Figura 11b); nervura coletora paralela à margem até 3 mm do bordo (Figura 11a); **Pecíolo** curto, achatado, 2-3 mm de comprimento (Figura 10c,d).

**Figura 8** - *Psidium laruotteanum* Cambess.: (a) Aspectos geral da planta; (b) caule com casca áspera e fissurada; (c) Folhas superfície adaxial; (d) Folhas superfície abaxial.

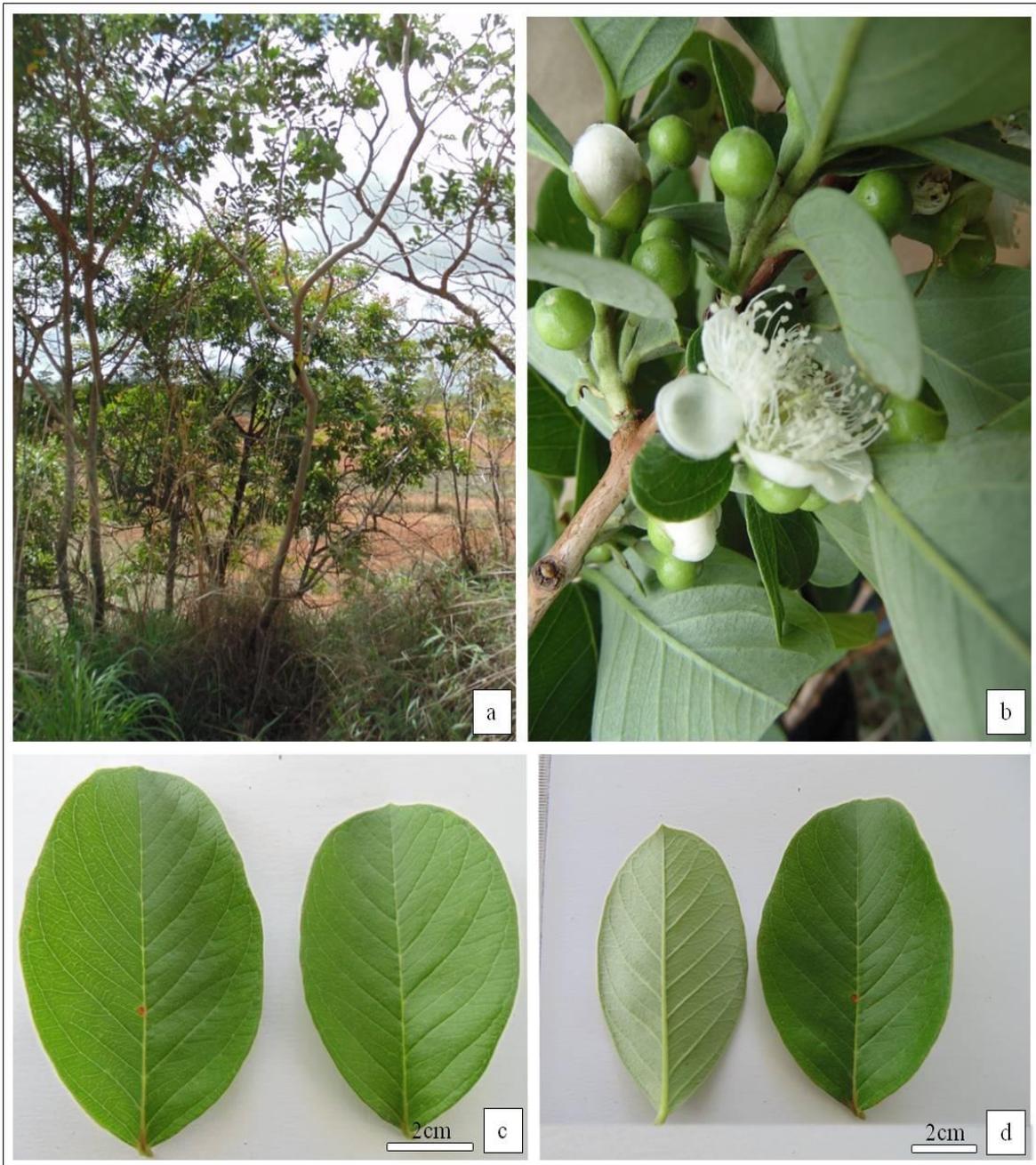


**Figura 9** - Folhas diafanizadas de *Psidium laruotteanum* Cambess.: (a) Padrão de venação camptódromo-broquidódromo; (b) Aréolas irregulares (quadrado) e vênulas livres (seta); (c) Ordens das nervuras (até a 5ª ordem) (setas); (d) Nervura intersecundária (seta); (e) Nervação última marginal em arcos (retângulo)

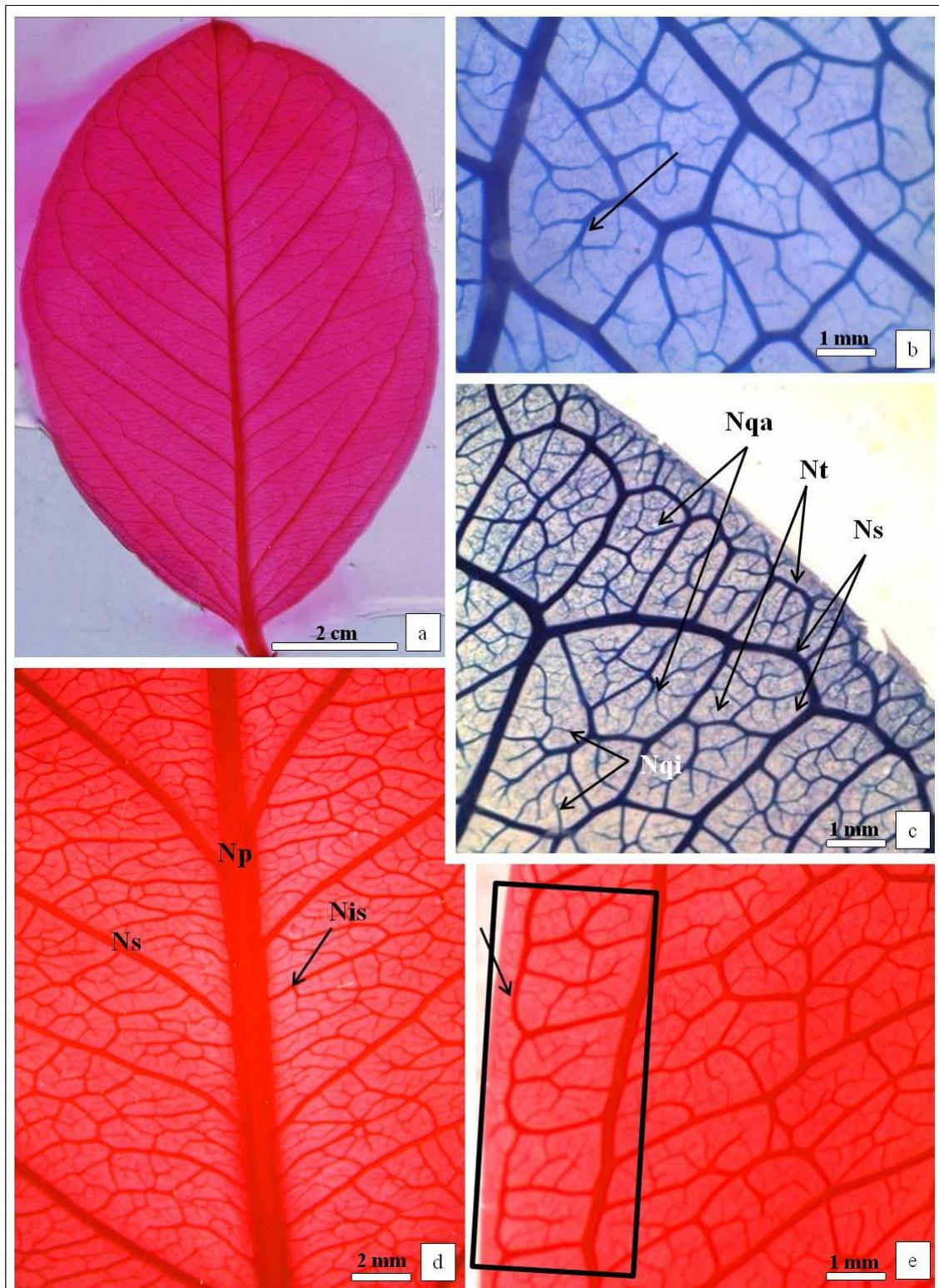


Legenda: Np – Nervura principal (1ª ordem); Ns – Nervura secundária (2ª ordem); Nis – Nervura intersecundária; Nt – Nervura terciária (3ª ordem); Nqa – Nervura de 4ª ordem; Nqi – Nervura de 5ª ordem; Ve – Vênulas.

**Figura 10** - *Psidium guineense* Sw.: (a) Aspecto geral da planta; (b) Aspecto geral da inflorescência; (c) Folha superfície adaxial; (d) Folhas superfície abaxial e adaxial.



**Figura 11** - Folhas diafanizadas de *Psidium guineense* Sw.: (a) Padrão de venação camptódromo-broquidódromo; (b) Aréolas irregulares e vênulas livres (seta); (c) Nervuras até a 5ª ordem (setas); (d) Nervura intersecundária (seta); (e) Nervação última marginal em arcos (retângulo)



Legenda: Np – Nervura principal (1ª ordem); Ns – Nervura secundária (2ª ordem); Nis – Nervura intersecundária; Nt – Nervura terciária (3ª ordem); Nqa – Nervura de 4ª ordem; Nqi – Nervura de 5ª ordem; Ve – Vênulas.

As folhas de *Psidium* spp. estudadas possuem formas diversas, sendo elípticas ou obovadas em sua maioria. Os ápices vão de agudos a acuminados com exceção de *P. guineense* que apresenta ápice obtuso a mucronado (Figura 10c) e as bases agudas a acuneadas em *P. myrsinites* e *P. laruotteanum* (Figuras 6c, 8c) e arredondadas em *P. firmum* e *P. guineense* (Figuras 4c, 10c), mostrando-se característica taxonômica importante para a separação das espécies..

Os tricomas são simples e estão presentes na superfície abaxial da lâmina foliar de todas as espécies, exceto *P. guineense* que apresenta tricomas em ambas as faces.

As nervuras principais apresentam-se mais proeminentes na face abaxial (Figuras 4d, 6d, 8d, 10d), com exceção de *P. firmum* e *P. guineense* que apresentam-se sulcadas nesta superfície (Figuras 4d, 10c).

Nas espécies de Myrtaceae estudadas, o padrão de venação misto camptódromo-broquidódromo é o mais comum seguido pelo padrão broquidódromo. O padrão de venação misto camptódromo-broquidódromo é registrado para *Psidium guajava* L. na Farmacopeia Brasileira IV (2002).

Além disso, esse padrão de venação foi descrito em diversos trabalhos envolvendo espécies de Myrtaceae, como o de Cardoso e Sajo (2004), quando investigaram a vascularização foliar e a identificação de espécies de *Eugenia* L. da bacia hidrográfica do Rio Tibagi, PR e por Cardoso e Sajo (2006), quando estudaram o padrão foliar de 44 espécies representantes das três subtribos de Myrtaceae americanas.

O padrão de venação broquidódromo observado em *P. firmum* (Figura 3a) também foi registrado por Campos (2010) para essa mesma espécie. Segundo Soares-Silva e Proença (2008) o padrão de venação típico para *Psidium* é o broquidódromo. Cardoso e Sajo (2006) complementam que os arcos ou laços broquidódromos podem ser mais ou menos proeminentes dependendo do ângulo de fechamento das nervuras secundárias.

*Psidium myrsinites*, *P. laruotteanum* e *P. guineense* apresentam padrão de venação camptódromo-broquidódromo (Figura 3b,c,d), caracterizado por apresentar nervuras secundárias que se anastomosam entre si, desde a base da folha, formando uma série de arcos próximos ao bordo onde frequentemente formam laços de ordem superior (LANDRUM, 1986). Esses arcos no terço mediano da folha formam ângulos variados de fechamento sendo que no ápice os arcos são côncavos e uniformes (Figura 3).

O padrão de venação camptódromo-broquidódromo é o mais comum para representantes de Myrtinae, Myrciinae e Eugeniinae (CARDOSO; SAJO, 2006). Cardoso e Sajo (2004) identificaram o padrão secundário de venação camptódromo-broquidódromo em

nove (9) espécies de *Eugenia*: *E. arenosa*, *E. hamiltonii*, *E. handroana*, *E. hiemalis*, *E. neoverrucosa*, *E. pyriformis*, *E. ramboi*, *E. speciosa* e *E. uniflora*. Costa et al. (1995) também descreveram o padrão camptódromo-broquidódromo para seis das onze espécies de *Eugenia*, ocorrentes na restinga de Maricá - RJ.

A disposição das nervuras secundárias em relação à nervura principal nas espécies desse estudo forma ângulos cujas divergências variam de 45° a 75°. Segundo Cardoso e Sajo (2004) ângulos de divergência variando de 45° a 60° são mais marcantes nas espécies com padrão misto de nervação (camptódromo-broquidódromo), conforme o registrado neste estudo, para *P. laruotteanum*, *P. myrsinites*, *P. guineense*. Os ângulos de divergência não podem ser considerados como caracteres taxonômicos para a diferenciação entre as espécies, uma vez que no presente estudo todas as espécies apresentaram amplas variações entre os ângulos em folhas de um mesmo indivíduo.

A quantidade de pares de nervuras secundárias mostra-se constante (10 a 13 pares) na maioria das espécies, porém em *P. guineense* (Figura 11a) o número de pares é inferior, 8 a 10 pares, distinguindo-a das demais.

Observa-se a presença de nervuras intersecundárias simples em todas as espécies (Figuras 5b, 7d, 9d, 11d). Segundo Ellis et al. (2009) as nervuras intersecundárias se originam da nervura primária, seguindo paralelas às nervuras secundárias, caracterizadas por um calibre intermediário entre estas.

Os espaçamentos entre as nervuras secundárias ocorrem de forma decrescente em direção ao ápice. Espaçamentos irregulares são observados em *P. firmum*, *P. myrsinites* e *P. guineense* (Figuras 5a, 7a, 9a) e espaçamentos regulares são observados em *P. laruotteanum* (Figura 11a).

Aréolas são definidas por nervuras de quarta e quinta ordem, que podem ter arranjo e formas variadas, além de terem ou não vênulas (simples ou ramificadas) em seu interior. São consideradas regulares (perfeitas), quando possuem mesma forma e tamanho; irregulares (imperfeitas), quando variam de tamanho e apresentam formas distintas; ou incompletas, sem limitações das laterais (ALVAREZ et al. 2006; ELLIS, et al. 2009).

Neste estudo, em todas as espécies de *Psidium* são verificadas aréolas irregulares (Figuras 5c, 7c, 9b, 11b). As vênulas são ramificadas dentríticas para as quatro espécies de *Psidium*. Costa et al. (1995) descrevem que é característica da família Myrtaceae a formação de aréolas incompletas, de formato irregular e distribuídas ao acaso. Klucking (1988) cita que é comum em Myrtaceae nervuras terciárias e de ordem superior determinarem aréolas incompletas, de formato irregular e distribuídas ao acaso.

A venação última marginal pode ser fimbriada, incompleta e em arcos. A fimbriada ocorre quando as nervuras próximas ao bordo se fundem e originam uma nervura contínua que corre junto à margem; na incompleta as nervuras terminam livres adjacentes à margem; e em arco as nervuras terciárias se anastomosam e formam uma série de arcos próximos ao bordo (CARDOSO; SAJO, 2006; ELLIS et al., 2009).

A última marginal do tipo fimbrial é observada somente em *P. firmum* (Figura 5e), em *P. myrsinites* é observado o tipo arcos incompletos (Figura 7c) e em *P. laruotteanum* e *P. guineense* é constatada a forma de arcos completos (Figuras 9e, 11e), que possuem menores calibres quanto mais próximos à margem. De-Carvalho (2008) observou a nervura última marginal do tipo fimbrial em duas espécies e o tipo de fechamento em arcos em sete das nove espécies de *Myrcia* DC. (Myrtaceae) estudadas no Distrito Federal. Cardoso e Sajo (2006) relatam em seu estudo que o padrão em arcos da nervura última-marginal foi o mais frequente em todas as subtribos de Myrteae.

O padrão de nervação última marginal em arco é o mais frequente na maioria das espécies da família Myrtaceae, seguido do padrão fimbriado e do incompleto (Cardoso e Sajo (2006). Gomes et al. (2009) e Silva et al. (2008) descrevem que na maioria das pesquisas com *Psidium* a última nervura marginal é considerada completa, formada em arcos, corroborando com os resultados obtidos neste estudo. Entre as espécies estudadas nenhuma apresentou nervura intramarginal, que segundo Cardoso e Sajo (2004) é a nervura que se forma entre os arcos broquidódromos e a margem da folha.

## 5.2 Anatomia foliar

### 5.2.1 *Psidium firmum* O. Berg.

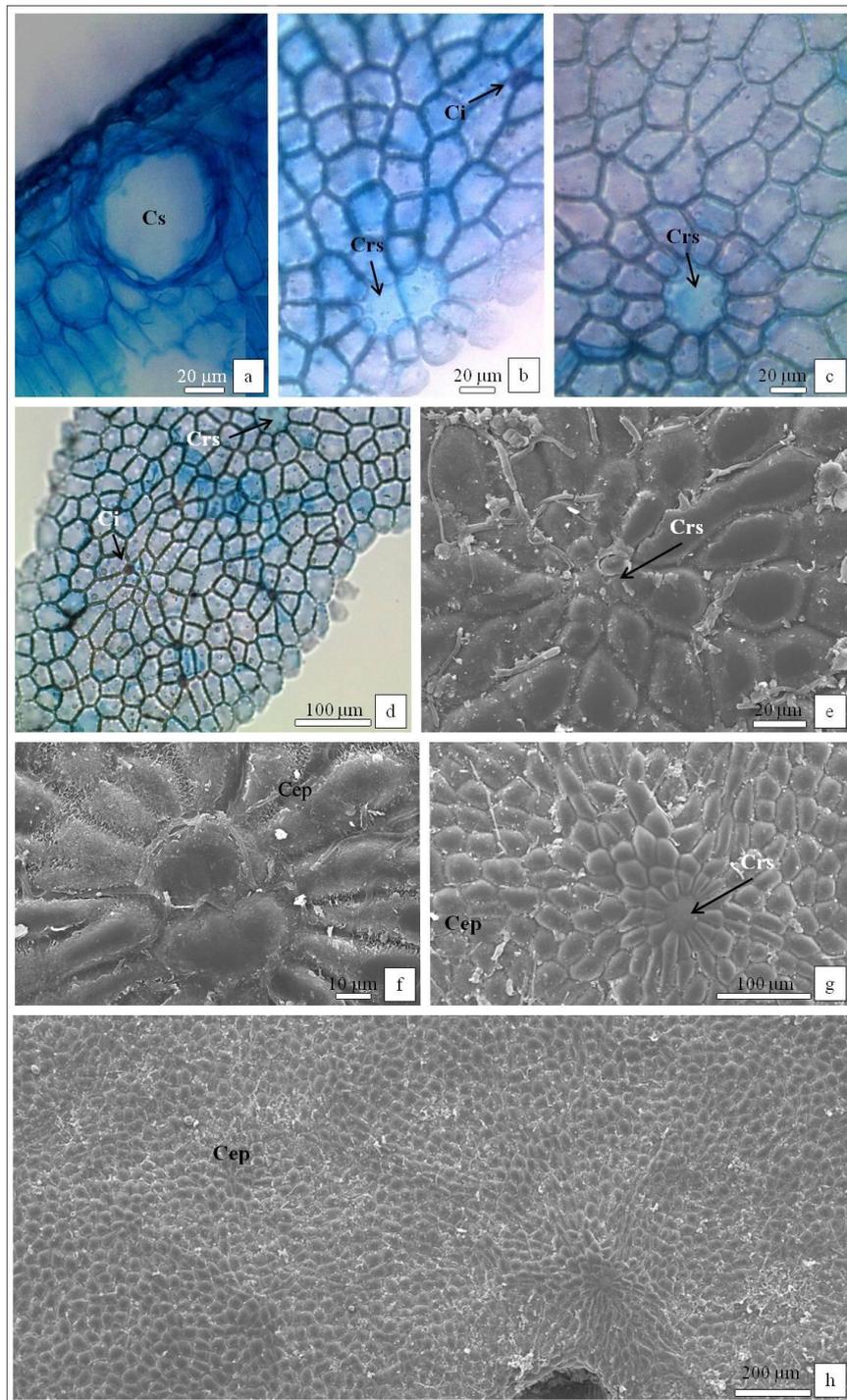
A anatomia da lâmina foliar revela que a folha é hipoestomática, sua superfície adaxial é glabra ao tato, mas em micrografia verifica-se a presença de cicatrizes de tricomas. A superfície abaxial é pilosa. No mesofilo, em posição subepidérmica, ocorrem numerosas cavidades secretoras de óleos essenciais distribuídas em ambas as superfícies da folha (Figura 12a, 13a). Presença de idioblastos contendo cristais de oxalato de cálcio em forma de drusas.

#### 5.2.1.1 Epiderme

Em vista frontal, as células epidérmicas da face adaxial possuem dimensões variadas com paredes anticlinais espessas, predominantemente retas (Figura 12b,c). Nas regiões da epiderme localizadas sobre as cavidades secretoras, observam-se uma ou duas células centrais circundadas radialmente por 12 a 13 células menores (Figuras 12b, c, e). Evidencia-se grande quantidade de regiões com cicatrizes de tricomas deixadas após a queda, com células dispostas radialmente ao redor de uma célula central (Figura 12b, d). Em microscopia eletrônica de varredura (MEV), observa-se que as células epidérmicas da superfície adaxial são cobertas por uma camada cuticular com ornamentação rugosa, a cera epicuticular apresenta-se depositada sob a forma de pequenas placas (Figuras 12f-h).

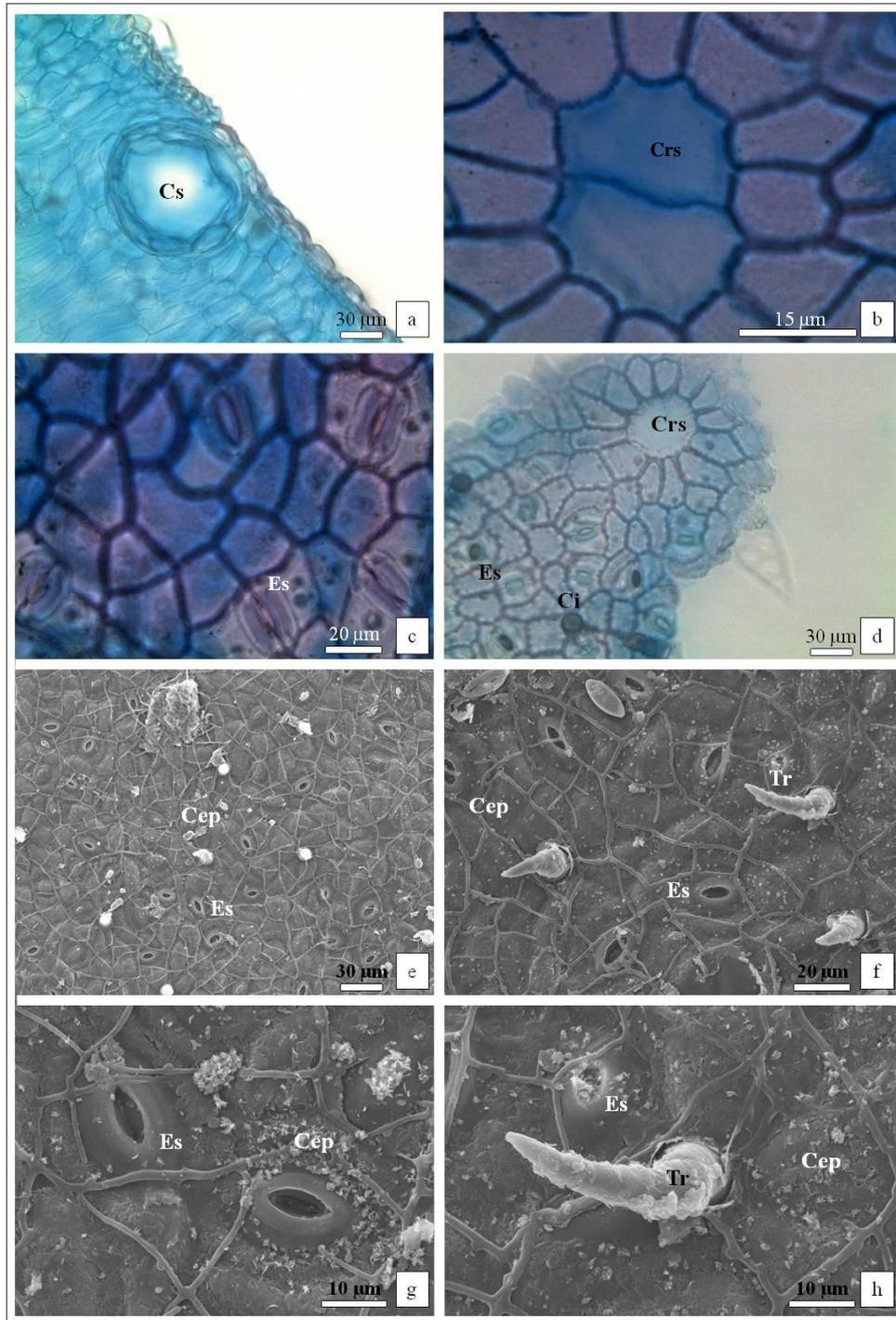
Em secção paradérmica da superfície abaxial da lâmina foliar, verificam-se células epidérmicas com paredes anticlinais espessas e retas (Figura 13b, c), grande quantidade de estômatos (Figura 13c, e, g) e cicatrizes de tricomas (Figura 13d). As células que recobrem as cavidades secretoras são menos frequentes na superfície abaxial. Em MEV observa-se, na superfície abaxial, tricomas tectores unicelulares (Figura 13f) e ceras epicuticulares difundidas em toda epiderme depositadas em formato de pequenas placas com aspecto granuloso (Figura 13e, g). A cera recobre os tricomas e estômatos (células-guarda e ostíolo) (Figura 13h).

**Figura 12** - Secções transversais e paradérmicas (superfície adaxial) da lâmina foliar de *Psidium firmum* O. Berg.: (a) cavidade secretora em secção transversal; (b) vista frontal, mostrando conjunto de células que revestem as cavidades secretoras e cicatrizes de tricomas; (c) vista frontal de uma cavidade secretora e paredes anticlinais retas das células epidérmicas; (d) vista frontal, cicatriz deixada por tricomas tectores; (e) MEV em vista frontal, aspecto de uma região de cobertura de uma cavidade secretora; (f) vista geral em MEV, evidenciando a cutícula com ornamentação fina; (g) eletromicrografia detalhando célula que reveste a cavidade secretora e a cera epicuticular lisa com a presença de placas; (h) eletromicrografia mostrando a ornamentação da cutícula e da cera epicuticular.



Legenda: Cs- Cavidade secretora; Crs - Célula que reveste cavidade secretora; Ci - Cicatriz deixada após queda do tricoma tector; Cep - Cera epicuticular

**Figura 13** - Secções transversais e paradérmicas (superfície abaxial) da lâmina foliar de *Psidium firmum* O. Berg.: (a) cavidade secretora em corte transversal; (b) vista frontal, evidenciando as paredes anticlinais retas e um par de células que reveste a cavidade secretora; (c) vista frontal, estômatos paracíticos; (d) vista frontal evidenciando cicatrizes deixadas por tricomas tectores e uma célula central que reveste a cavidade secretora circundada radialmente por células epidérmicas menores; (e) eletromicrografia de varredura, em vista frontal, mostrando o aspecto da cutícula na superfície abaxial com vários estômatos; (f) em MEV detalhe da cutícula com ornamentação rugosa e com cera epicuticular disposta em pequenas placas; (g) MEV, evidenciando os estômatos e as pequenas placas de cera epicuticular; (h) detalhe de um tricoma tector unicelular em MEV.



Legenda: Cs- Cavidade secretora; Crs - Célula que reveste cavidade secretora; Ci - Cicatriz deixada após queda do tricoma tector; Pc - Parede celular; Es – Estômato; Tr- Tricoma Tector; Cep - Cera epicuticular

### 5.2.1.2 Lâmina foliar

Em secção transversal, observa-se que a epiderme é uniestratificada, revestida por cutícula espessa, com presença de hipoderme, formada por duas camadas. O mesofilo é dorsiventral com parênquima paliçádico formado por células alongadas compactamente dispostas em duas ou três camadas, estendendo-se até próximo à região distal do bordo; o parênquima lacunoso é formado por células globosas compactas distribuídas em aproximadamente sete camadas. Nestes tecidos, em ambas as superfícies, observam-se idioblastos contendo cristais na forma de drusas de oxalato de cálcio, especialmente próximos aos feixes vasculares (Figura 14b, c). E somente na face abaxial apresenta tricomas tectores unicelulares (Figura 14c).

Os feixes vasculares de médio e pequeno porte são bicolaterais, possuem calota esclerenquimática externamente ao floema e xilema (14b).

O bordo foliar (14b) apresenta-se levemente fletido em direção à face abaxial, com uma espessa camada de cutícula revestindo a epiderme em ambas as faces da lamina foliar, presença de flanges cuticulares na região mais distal do bordo. Em secção transversal, verificam-se cavidades secretoras ricas em conteúdo lipofílico no tecido parenquimático. Essas cavidades são consideradas bem desenvolvidas quando apresentam diâmetro que ultrapassa a altura das células do parênquima paliçádico.

O parênquima paliçádico é interrompido na região distal do bordo, com diminuição do número de células de parênquima lacunoso, que dá espaço às células do colênquima anelar, com cerca de quatro camadas (14 b).

### 5.2.1.3 Nervura Principal

A região da nervura principal, em secção transversal, apresenta contorno plano-convexo, epiderme uniestratificada recoberta por cutícula espessa e tricomas tectores unicelulares na face abaxial. O sistema vascular é bicolateral, organizado em um arco aberto com extremidades levemente voltadas para o centro, circundado por uma bainha esclerenquimática (Figura 14e).

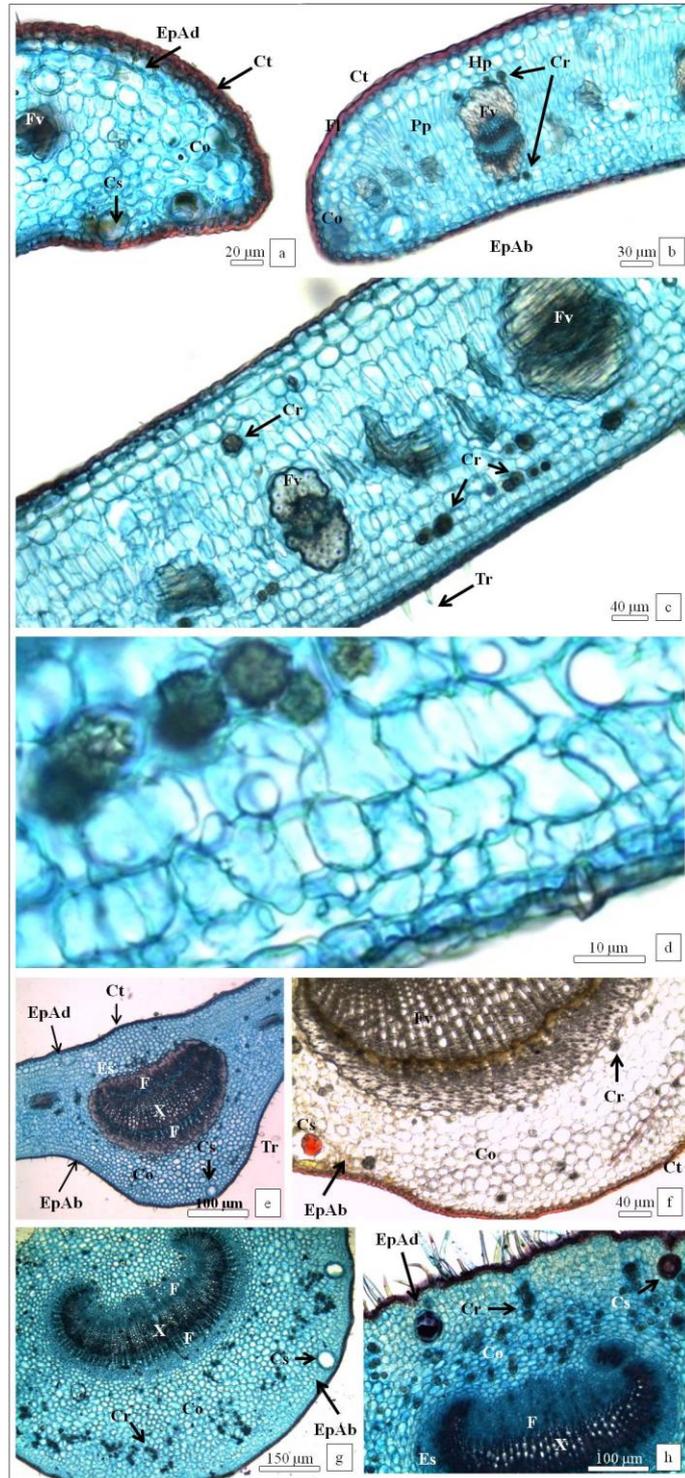
São evidenciados idioblastos contendo drusas de oxalato de cálcio no colênquima angular e cavidades secretoras com conteúdo lipofílico próximo à superfície abaxial (Figura 14f).

As secções transversais da nervura principal, submetidas ao reagente Sudan III (Figura 14f) revelam a presença de compostos lipofílicos nas células e na cutícula.

#### 5.2.1.4 Pecíolo

A região mediana do pecíolo, em secção transversal, tem contorno plano-convexo. A epiderme é uniestratificada apresentando tricomas tectores unicelulares simples. As cavidades secretoras ocorrem no córtex e em toda a periferia do pecíolo e são semelhantes às da lâmina foliar, nesta região também são abundantes os cristais em forma de drusas (Figura 14h). O feixe vascular é do tipo bicolateral em forma de arco com abertura voltada para a face adaxial, semelhante ao descrito na nervura principal, porém, com as extremidades mais curvadas (Figura 14g).

**Figura 14** - Secções transversais da lâmina foliar de *Psidium firmum* O.Berg.: (a) bordo foliar evidenciando a hipoderme, as flanges e as células de colênquima; (b) bordo foliar evidenciando drusas, feixe vascular e células parenquimáticas; (c) Internervura evidenciando os drusas e um feixe vascular; (d) pormenor do mesofilo; (e) nervura central detalhando o feixe vascular bicoloral; (f) superfície abaxial da nervura principal mostrando uma cavidade secretora com substâncias lipofílicas (reagente Sudam III) e drusas; (g) pecíolo com detalhe do feixe vascular bicoloral; (h) pecíolo com a presença de cavidades secretoras, cristais em forma de drusas e tricomas tectores unicelulares.



Legenda: Ct - Cutícula; Hp - Hipoderme; Fl - Flange; Cs - Cavidade secretora; Co- Colênquima; EpAd - Epiderme adaxial; EpAb - Epiderme abaxial; Pl - Parênquima lacunoso; Cr - Cristais drusas; Fv - Feixe vascular; Es - Esclerênquima; Pp - Parênquima paliçádico; Tr - Tricoma tector; X - Xilema; F - Floema.

### 5.2.2 *Psidium myrsinites* DC.

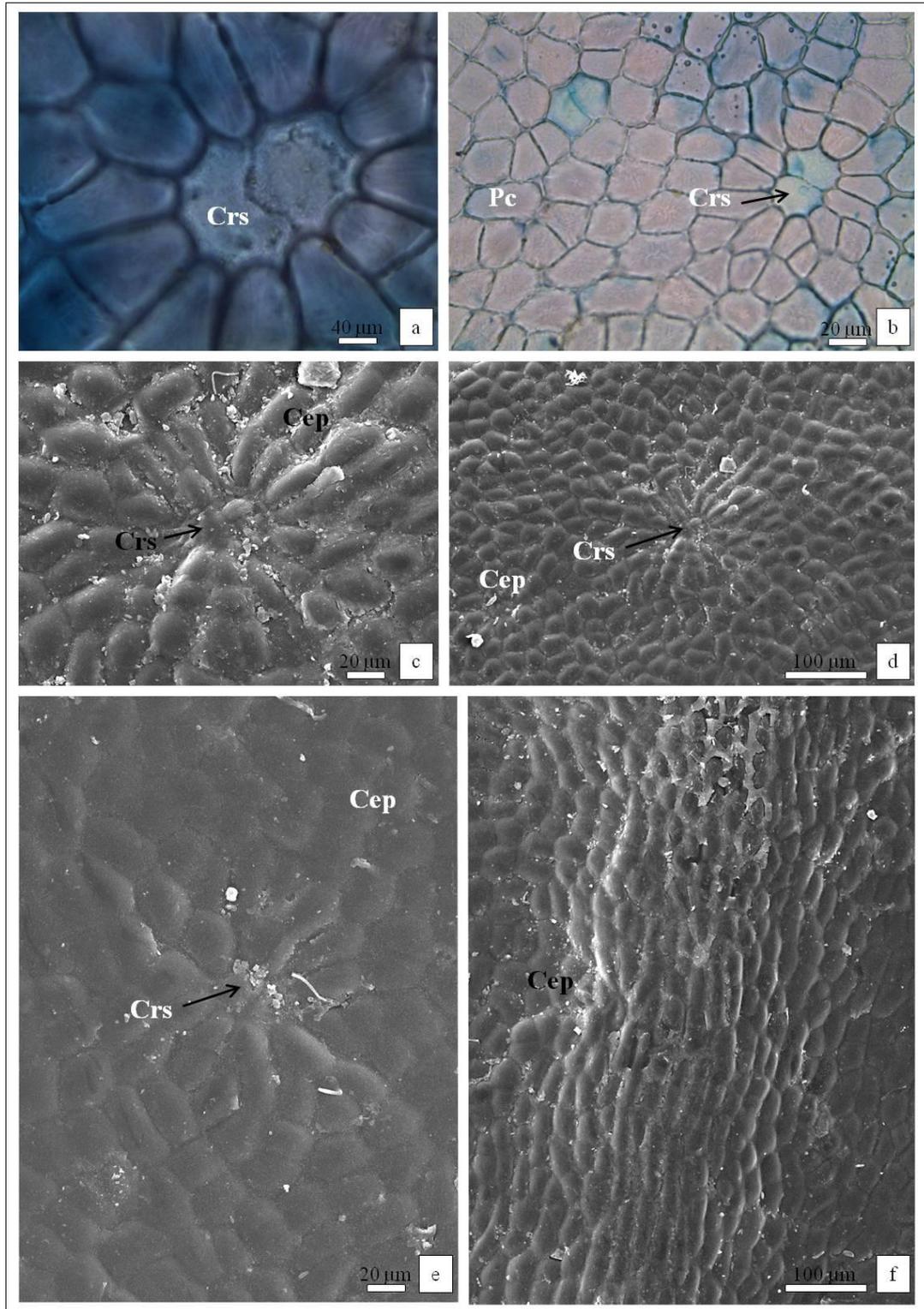
A anatomia da lâmina foliar revela que a folha é hipoestomática (Figura 16a), glabra na superfície adaxial e pilosa na superfície abaxial. No mesofilo, em posição subepidérmica, são encontradas numerosas cavidades secretoras de óleos essenciais distribuídas em ambas as superfícies da folha (Figura 15a). Vários cristais de oxalato de cálcio ocorrem na forma de drusas.

#### 5.2.2.1 Epiderme

Em vista frontal, as células epidérmicas da face adaxial possuem dimensões variadas com paredes anticlinais espessas, predominantemente retas (Figura 15b). Nas regiões da epiderme localizadas sobre as cavidades secretoras observam-se uma ou duas células centrais circundados radialmente por 12 a 13 células epidérmicas menores (Figura 15a,b). Em MEV as células epidérmicas da superfície adaxial apresentam-se cobertas por uma camada cuticular com ornamentação rugosa, e a cera epicuticular apresenta-se disposta em pequenas placas (Figura 15c-f). Não ocorrem estômatos e tricomas nesta superfície (Figura 15f).

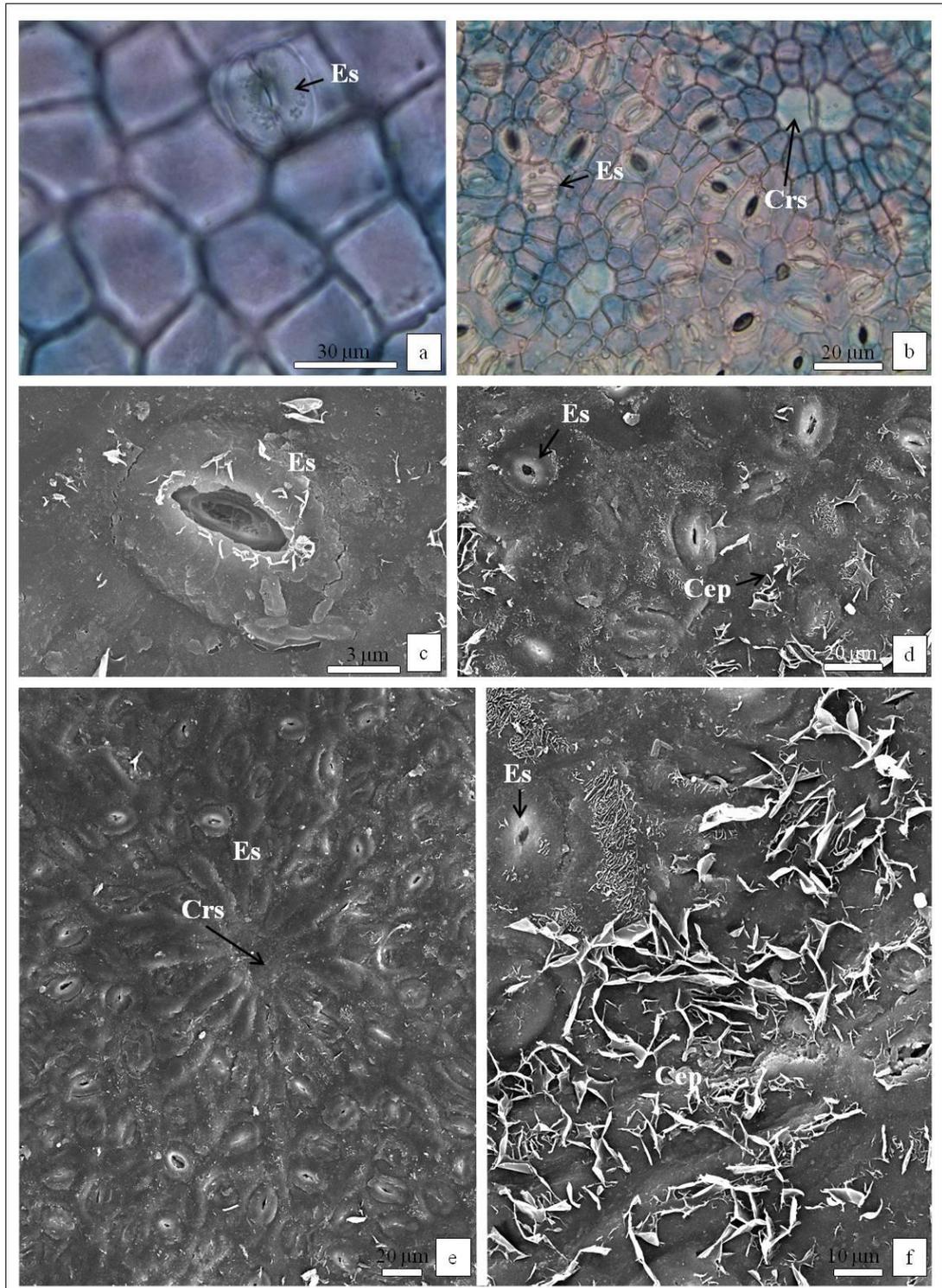
Em secções paradérmicas da face abaxial são evidenciados numerosos estômatos predominantemente paracíticos (Figura 16a, c). As células epidérmicas possuem paredes anticlinais espessas retas (Figura 16a, b). A superfície abaxial também apresenta conjuntos celulares constituídos por uma ou duas células centrais circundadas radialmente por 14 à 15 células epidérmicas menores revestindo as cavidades secretoras (Figura 16b, e), entretanto tais conjuntos são evidenciados em maior número na face adaxial. Em MEV, observa-se que as células epidérmicas da superfície abaxial são cobertas por camada cuticular com ornamentação rugosa, a cera epicuticular apresenta-se depositada sob a forma de pequenas escamas (Figuras 16d,f) e pode ser observada recobrando os estômatos (células-guarda e ostíolo) (Figura 16c,f).

**Figura 15** - Secções paradérmicas (superfície adaxial) da lâmina foliar de *Psidium myrsinites* DC.: (a) cavidade secretora revestida com um par de células centrais circundada radialmente por células epidérmicas menores; (b) vista frontal mostrando as paredes anticlinais retas; (c-d) células que revestem uma cavidade secretora com cutícula de ornamentação espessa evidenciadas em MEV; (e) cera epicuticular rugosa evidenciada em MEV; (f) ornamentação da cera epicuticular rugosa evidenciada em MEV.



Legenda: Crs - Célula que reveste cavidade secretora; Pc - Paredes celular; Cep - Cera epicuticular

**Figura 16** - Secções paradérmicas (superfície abaxial) da lâmina foliar de *Psidium myrsinites* DC.: (a) vista frontal mostrando um estômato e paredes anticlinais retas das células epidérmicas; (b) vista frontal observando estômatos paracíticos, cicatrizes dos tricomas tectores e cavidades secretoras revestidas por um par de células circundado radialmente por células epidérmicas menores; (c) pormenor de um estômato em MEV, (d) vista frontal mostrando estômatos paracíticos e cera epicuticular em escamas, evidenciados em MEV; (e) cavidade secretora, estômatos e (f) cera epicuticular evidenciados em MEV.



Legenda: Crs - Célula que reveste cavidade secretora; Ci - Cicatriz deixada após queda do tricoma tector; Pc - Parede celular; Cep - Cera epicuticular

### 5.2.2.2 Lâmina foliar

Em secção transversal, observa-se que a epiderme adaxial é uniestratificada, seguida por hipoderme formada por células maiores, dispostas em uma ou duas camadas. O mesofilo é dorsiventral com parênquima paliçádico formado por células alongadas compactamente dispostas em duas ou três camadas estendendo-se até próximo à região distal do bordo; o parênquima lacunoso é formado por células globosas distribuídas em aproximadamente cinco camadas. Nestes tecidos em ambas as superfícies, observam-se feixes vasculares. Verificaram-se cavidades secretoras ricas em conteúdo lipofílico no tecido parenquimático (Figura 17c). Presença de idioblastos contendo cristais do tipo drusas de oxalato de cálcio.

Em secção transversal, o bordo foliar apresenta-se levemente fletido em direção à face abaxial, uma espessa camada de cutícula reveste a epiderme em ambas as faces da lamina foliar. Na região mais distal do bordo, a cutícula forma flanges, que se prolongam por toda a extensão das paredes anticlinais das células epidérmicas, o parênquima paliçádico é interrompido na e o número de células de parênquima lacunoso se reduz dando espaço a células de colênquima anelar, menores em tamanho, com cerca de quatro estratos celulares (Figura 17a,b).

### 5.2.2.3 Nervura Principal

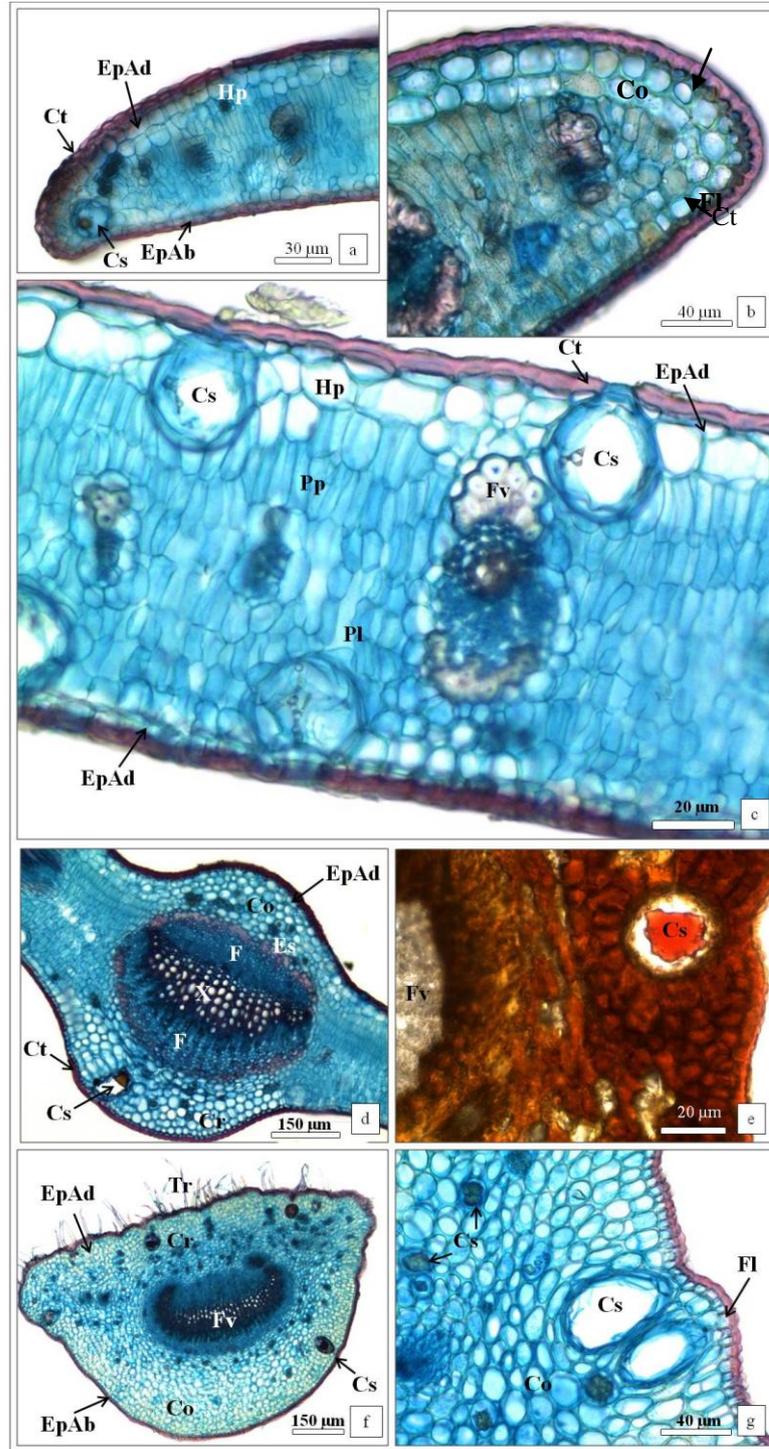
Em secção transversal, a nervura principal apresenta contorno biconvexo, epiderme uniestratificada, recoberta por cutícula espessa. O sistema vascular é bicolateral, em arco aberto, circundado por uma bainha esclerenquimática. Possuem idioblastos portadores de drusas de oxalato de cálcio no colênquima e cavidades secretoras com conteúdo lipofílico próximo a superfície abaxial (Figura 17d).

As secções transversais da nervura principal submetidas ao reagente Sudan III mostraram reação positiva para compostos lipofílicos na cutícula, bem evidente pela coloração laranja. O material do interior das cavidades secretoras também reage positivamente aos testes para compostos lipofílicos (Figura 17e).

#### 5.2.2.4 Pecíolo

Em secção transversal, a região mediana do pecíolo tem contorno plano-convexo, organizada em um feixe bicolateral em forma de arco com abertura voltada para superfície adaxial, com as extremidades curvadas (Figura 17f). A epiderme é uniestratificada e apresenta tricomas tectores unicelulares simples, especialmente na face adaxial. Uma espessa camada de cutícula reveste a epiderme adaxial e forma flanges, que se prolongam por toda a extensão das paredes anticlinais das células epidérmicas, próximas às cavidades secretoras. Cavidades secretoras ocorrem no córtex e em toda a periferia do pecíolo e são semelhantes às da lâmina foliar (Figura 17g), são também evidenciadas drusas e colênquima anelar nessa região.

**Figura 17** - Secções transversais da lâmina foliar de *Psidium myrsinites* DC.: (a) bordo foliar evidenciando cavidade secretora e cutícula espessa; (b) bordo foliar evidenciando flanges e células de colênquima anelar; (c) internervura evidenciando a cutícula espessa, hipoderme, cavidade secretora, parênquima paliçádico, parênquima lacunoso e feixe vascular; (d) nervura central com detalhe do feixe vascular bicoloral e cavidade secretora; (e) cavidade secretora (reagente Sudam III); (f) feixe vascular do pecíolo em forma de arco, tricomas tectores unicelulares e drusas; (g) pecíolo com a presença de cavidades secretoras e drusas.



Legenda: Ct - Cutícula; Hp - Hipoderme; Fl - Flange; Cs - Cavidade secretora; Co - Colênquima; EpAd - Epiderme adaxial; EpAb - Epiderme abaxial; Pl - Parênquima lacunoso; Cr - Cristais drusas; Fv - Feixe vascular; Es - Esclerênquima; Pp - Parênquima paliçádico; Tr - Tricoma tector; X - xilema; F - Floema.

### 5.2.3 *Psidium laruotteanum* Cambess.

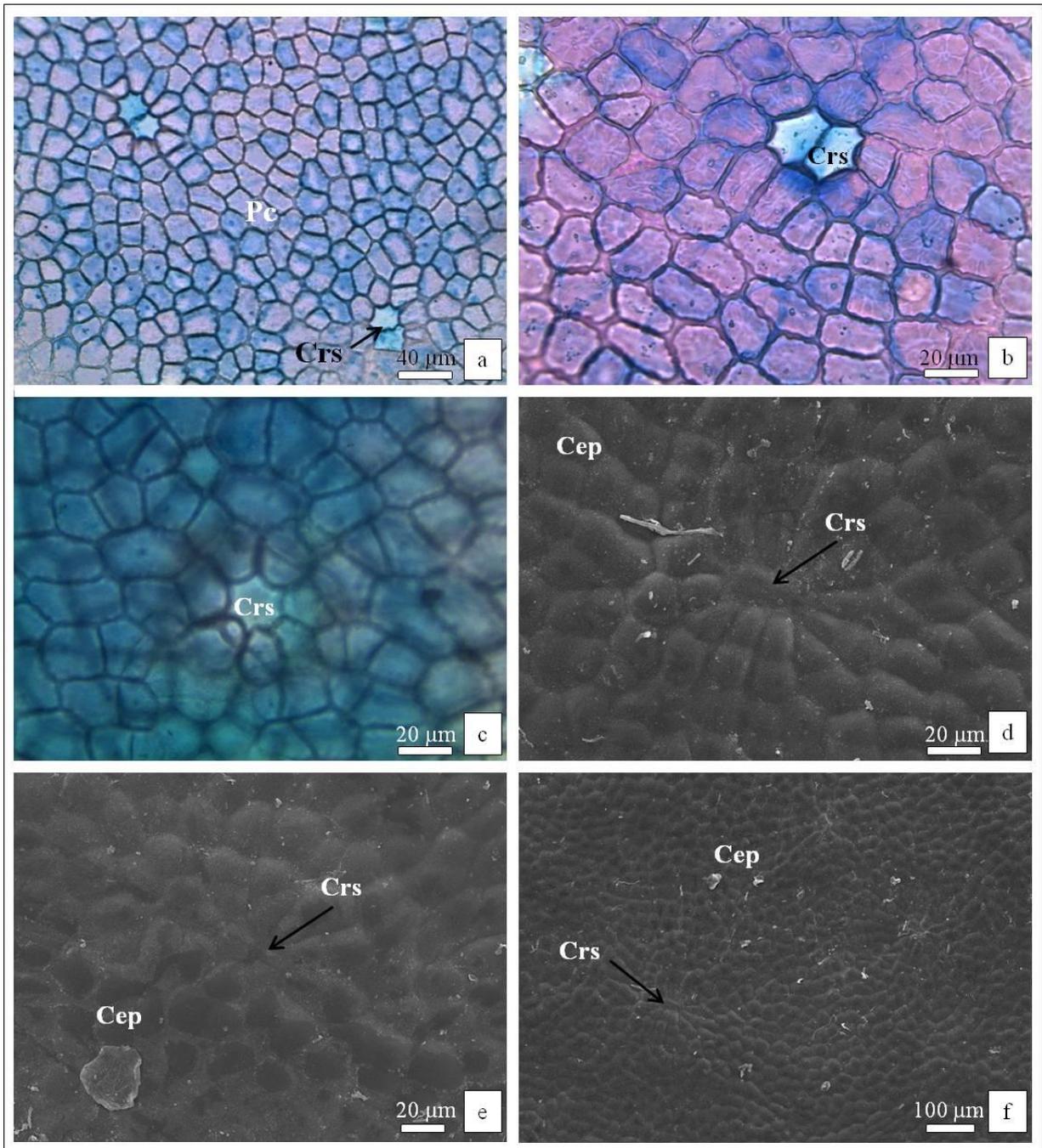
A anatomia da lâmina foliar revela que a folha é hipostomática, e em posição subepidérmica, seu mesofilo apresenta numerosas cavidades secretoras de óleos essenciais, distribuídas pelas duas faces da lâmina foliar (Figura 19a). Verifica-se em sua lâmina foliar uma superfície glabra na face adaxial e pilosa na superfície abaxial, o que se confirma nos cortes paradérmicos e na microscopia eletrônica de varredura.

#### 5.2.3.1. Epiderme

As secções paradérmicas da face adaxial da lâmina foliar revelam que a epiderme é constituída por células de dimensões variadas e com paredes anticlinais espessas predominantemente retas. Nesta superfície não foram observados tricomas nem estômatos. O conjunto de células que reveste as cavidades secretoras é constituído por duas células centrais circundadas radialmente por 8 a 10 células epidérmicas menores (Figura 18a-c). As micrografias eletrônicas da face adaxial confirmam a não ocorrência de estômatos e tricomas nessa superfície. Observou-se que as células epidérmicas da superfície adaxial são cobertas por uma cera epicuticular de ornamentação lisa, de baixo relevo e dispostas como pequenas placas (Figura 18d-f).

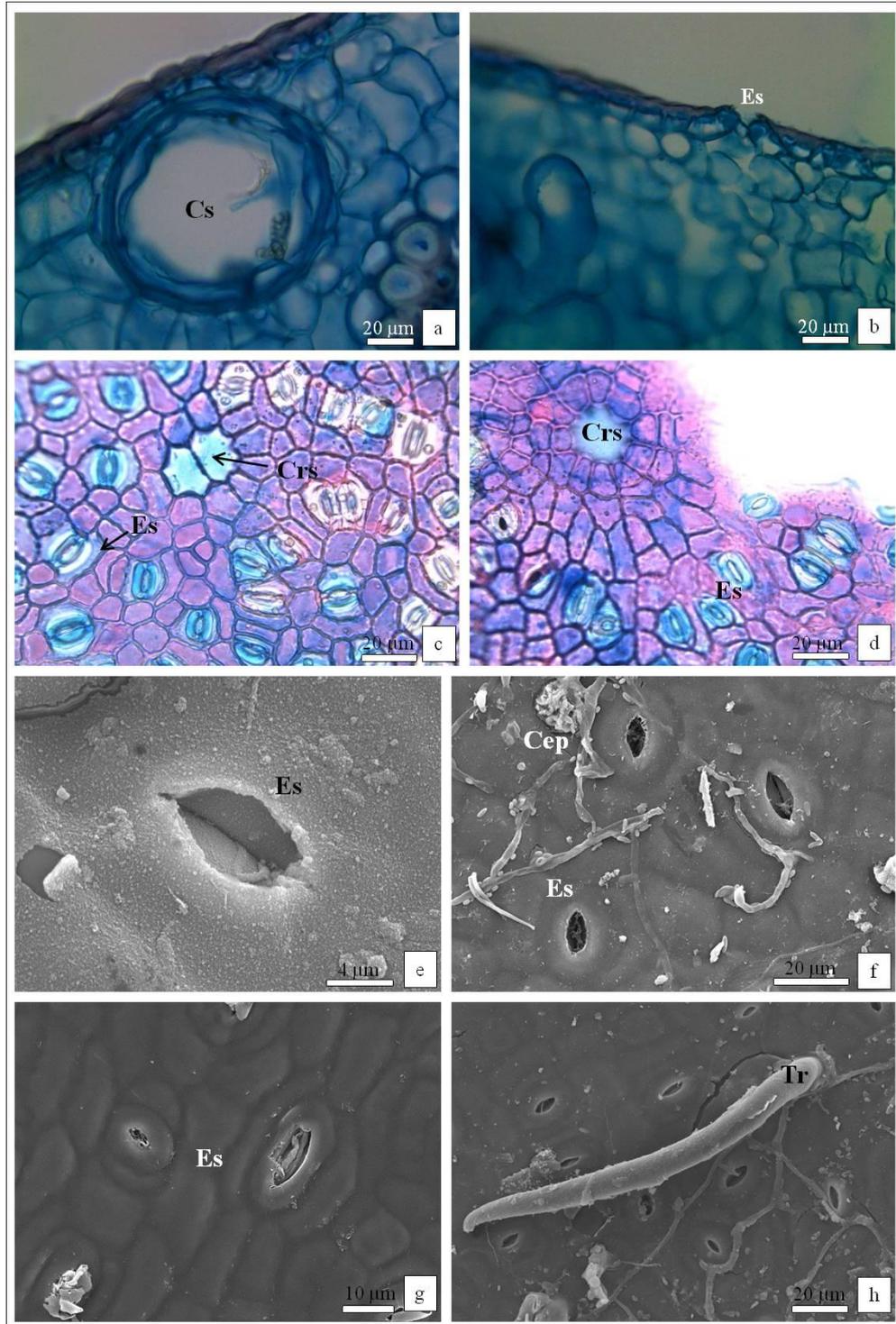
Em vista frontal, as células epidérmicas da face abaxial possuem variadas dimensões com paredes anticlinais espessas e retas. Nas estruturas que recobrem as cavidades secretoras observam-se uma ou duas células centrais circundadas radialmente por 10 a 12 células epidérmicas menores (Figura 19 c,d). Verifica-se grande quantidade de estômatos predominantemente paracíticos, situados acima das demais células epidérmicas e apresentam cristas estomáticas (Figura 19b). Em MEV evidenciam-se ceras epicuticulares difundidas em quase toda superfície abaxial com aspecto rugoso dispostas em pequenas placas, recobrendo os estômatos paracíticos (Figura 19e,g) e os tricomas tectores unicelulares (Figura 19h).

**Figura 18** - Secções paradérmicas (superfície adaxial) da lâmina foliar de *Psidium laruotteanum* Cambess.: (a) vista frontal de células epidérmicas com paredes anticlinais retas; (b) células que revestem a cavidade secretora composta por um par de células centrais circundadas radialmente por células epidérmicas menores; (c) cavidade secretora revestida com uma célula central circundada radialmente por células epidérmicas menores; (d) eletromicrografia de células que revestem cavidade secretora com cutícula de ornamentação fina; (e, f) eletromicrografia mostrando a ornamentação da cera epicuticular lisa com formação de pequenas placas.



Legenda: Crs - Célula que reveste cavidade secretora; Pc - Parede celular; Cep - Cera epicuticular

**Figura 19** - Secções transversais e paradérmicas (superfície abaxial) da lâmina foliar de *Psidium laruotteanum* Cambess.: (a) cavidade secretora em corte transversal; (b) estômato em corte transversal; (c) vista frontal, evidenciando estômatos paracíticos e um par de células que recobrem a cavidade secretora; d) células epidérmicas com paredes anticlinais retas, uma célula central que recobre a cavidade secretora e estômatos; (e) pormenor de estômato paracítico; (f, g) cutícula com ornamentação fina e cera epicuticular lisa com pequenas placas; e (h) detalhe do tricoma tector unicelular evidenciados em MEV.



Legenda: Cs – Cavidade Secretora; Crs - Células que recobrem a cavidade secretora; Es - Estômato; Tr - Tricoma Tector; Cep - Cera epicuticular

### 5.2.3.2 Lâmina foliar

Em secção transversal observa-se que a epiderme é uniestratificada, com presença de hipoderme com duas camadas de células. O mesofilo é dorsiventral com parênquima paliçádico formado por células alongadas compactamente dispostas em duas ou três camadas, estendendo-se até próximo a região distal do bordo, e até oito camadas de parênquima lacunoso, onde ocorrem feixes vasculares. Verifica-se imersas no parênquima, cavidades secretoras subepidérmicas esquizolisígenas, formadas pela separação e dissolução de um grupo de células que a circundam (Figura 20c). Presença de idioblastos contendo cristais do tipo drusas de oxalato de cálcio.

No bordo foliar, em secção transversal, a epiderme da face adaxial é uniestratificada, seguida por hipoderme. Observa-se uma espessa camada de cutícula revestindo a epiderme adaxial e abaxial. Na região mais distal do bordo a cutícula forma flanges, que se prolongam por toda a extensão das paredes anticlinais das células epidérmicas. O parênquima paliçádico encontra-se interrompido nessa região e o número de células de parênquima lacunoso se reduz para serem substituídas por células de colênquima anelar, menores em tamanho, com cerca de cinco estratos celulares. São ainda evidenciadas cavidades secretoras (Figura 20a). Verifica-se a presença de compostos lipofílicos na cutícula, evidenciados pela coloração laranja, que indica reação positiva ao Sudan III (Figura 20b).

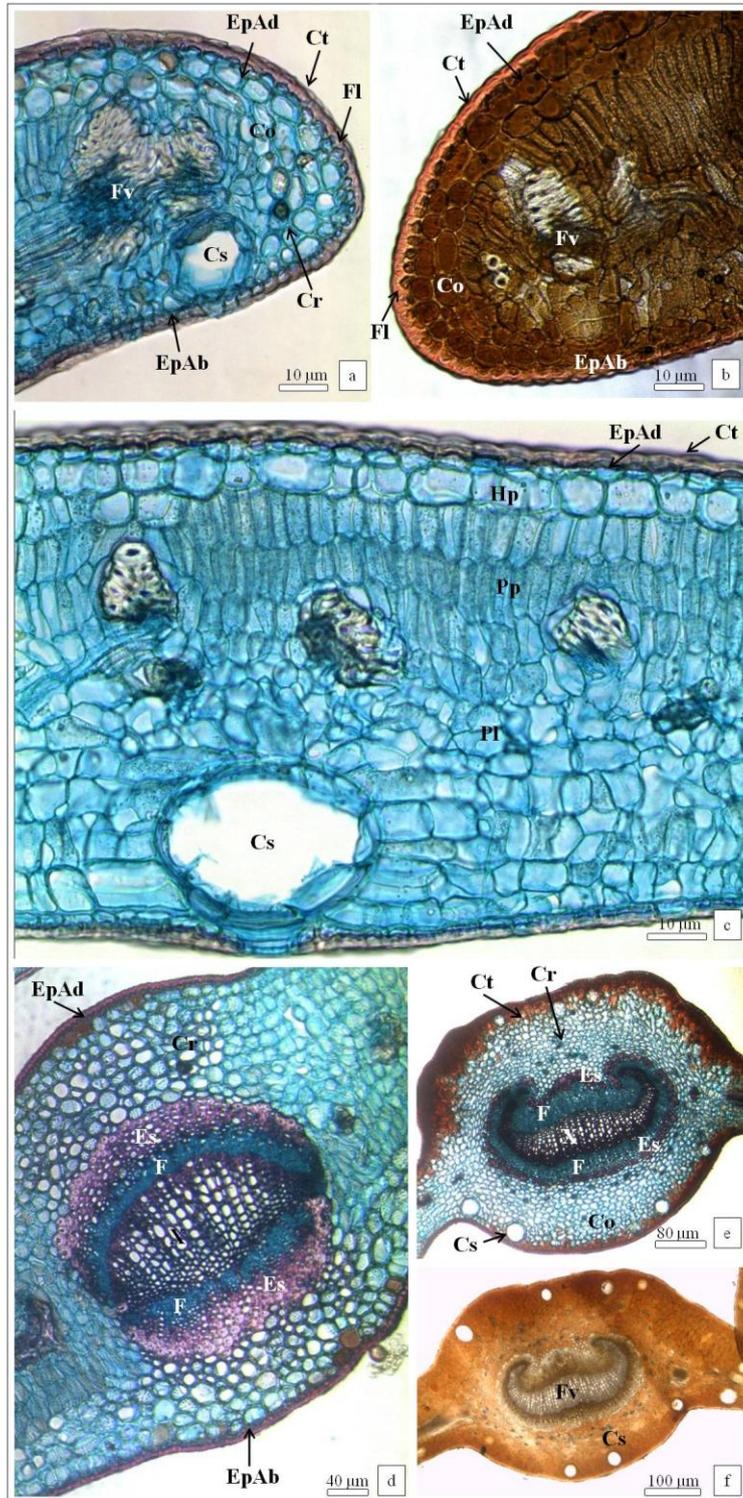
### 5.2.3.3 Nervura Principal

Em secção transversal, a região da nervura principal apresenta formato biconvexo, com epiderme adaxial e abaxial uniestratificada recobertas por espessa camada de cutícula. Colênquima anelar é registrado com aproximadamente seis camadas adjacentes ao feixe vascular, observou-se alguns idioblastos contendo drusas de oxalato de cálcio. O sistema vascular é biclateral em forma biconvexa com presença de bainha esclerenquimática na região perivascular (Figura 20d).

#### 5.2.3.4 Pecíolo

O pecíolo, em secções transversais, apresenta contorno plano-convexo. A epiderme é uniestratificada. Cavidades secretoras ocorrem no córtex e em toda a periferia do pecíolo e são semelhantes às da lâmina foliar. Na região cortical são também registrados cristais do tipo drusas (Figura 20e) e compostos lipofílicos nas células, os últimos evidenciados pela reação positiva ao Sudam III (Figura 20f). O feixe vascular é do tipo bicolateral em forma de arco com a abertura voltada para a superfície adaxial e extremidades curvadas, envolto por uma bainha esclerenquimática (Figura 20e).

**Figura 20** - Secções transversais da lâmina foliar de *Psidium laruotteanum* Cambess.: (a) bordo foliar evidenciando cutícula espessa, flanges cuticulares, cavidade secretora, drusas e colênquima; (b) bordo foliar evidenciando cutícula e flanges (reagente Sudam III); (c) internervura evidenciando cutícula, epiderme, hipoderme, parênquima paliçádico e cavidade secretora no parênquima lacunoso; (d) nervura principal com detalhe do feixe vascular; (e) pecíolo com detalhe do feixe vascular; (f) pecíolo evidenciando substâncias lipofílicas e cavidades secretoras (reagente Sudam III).



Legenda: Ct - Cutícula; Hp - Hipoderme; Fl - Flange; Cs - Cavidade secretora; Co - Colênquima; EpAd - Epiderme adaxial; EpAb - Epiderme abaxial; Pl - Parênquima lacunoso; Cr - Cristais drusas; Fv - Feixe vascular; Es - Esclerênquima; Pp - Parênquima paliçádico; Tr - Tricoma tector; X - Xilema; F - Floema.

#### 5.2.4 *Psidium guineense* Sw.

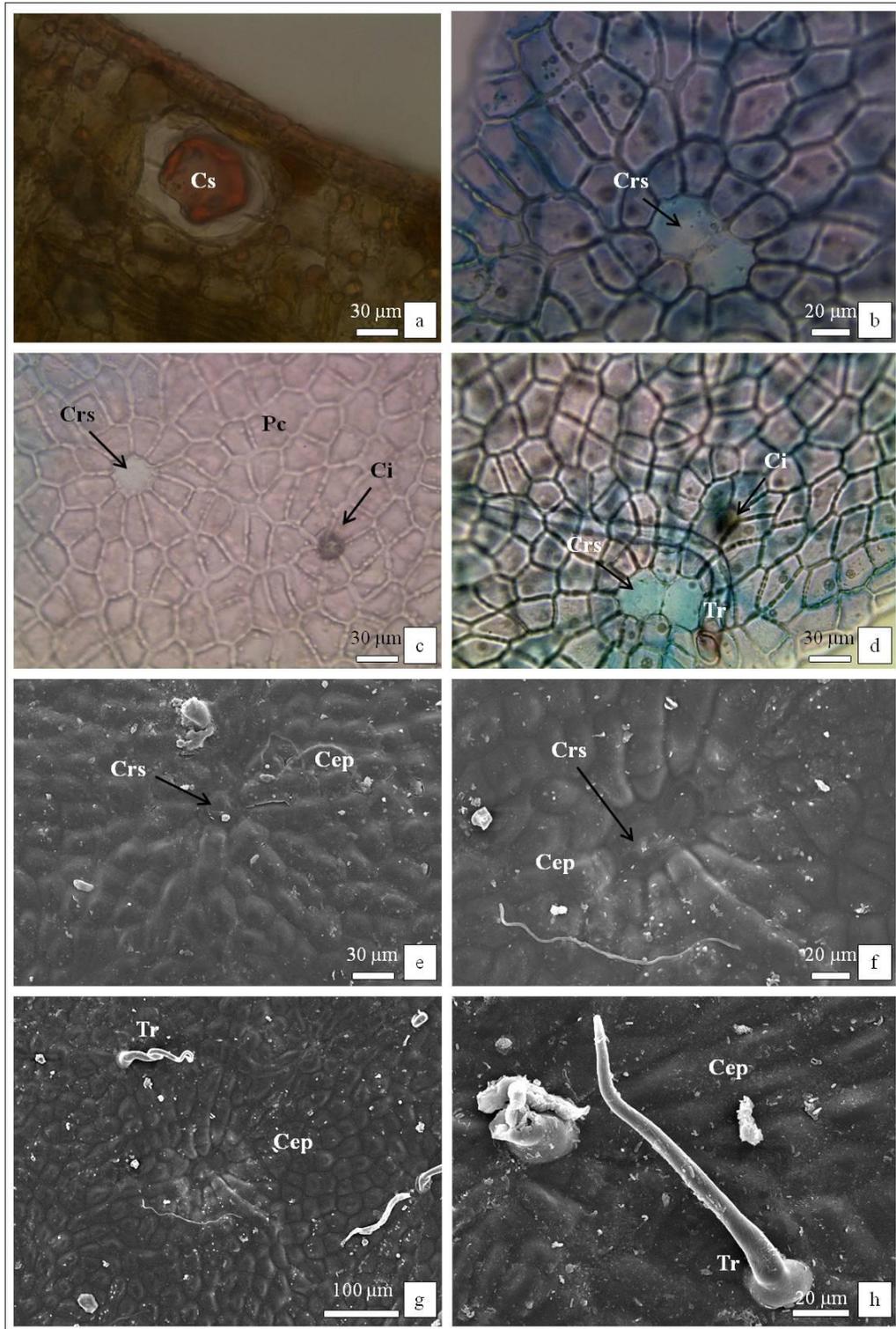
A anatomia da lâmina foliar revela que a folha é hipoestomática, apresenta tricomas em ambas as superfícies. No mesofilo, em posição subepidérmica, são encontradas numerosas cavidades secretoras de óleos essenciais distribuídas em ambas as superfícies da folha (Figuras 21a e 22a). Vários cristais de oxalato de cálcio ocorrem na forma de drusas.

##### 5.2.4.1 Epiderme

Em vista frontal a epiderme adaxial apresenta células com dimensões variadas e paredes anticlinais espessas, predominantemente retas. Verificou-se, em secções paradérmicas, as estruturas que revestem as cavidades secretoras, constituídas por uma ou duas células centrais circundadas radialmente por 12 à 13 células epidérmicas menores (Figuras 21b-d). Evidencia-se grande quantidade cicatrizes de tricomas deixadas após a queda, com células dispostas radialmente ao redor de uma base (Figura 21c,d). Em MEV, observa-se que as células epidérmicas da superfície adaxial são cobertas por uma camada cuticular com ornamentação de alto relevo rugosa, a cera epicuticular da superfície apresenta-se depositada sob forma de pequenas placas (Figuras 21 e,f). Presença de tricomas tectores unicelulares (Figura 21 g,h).

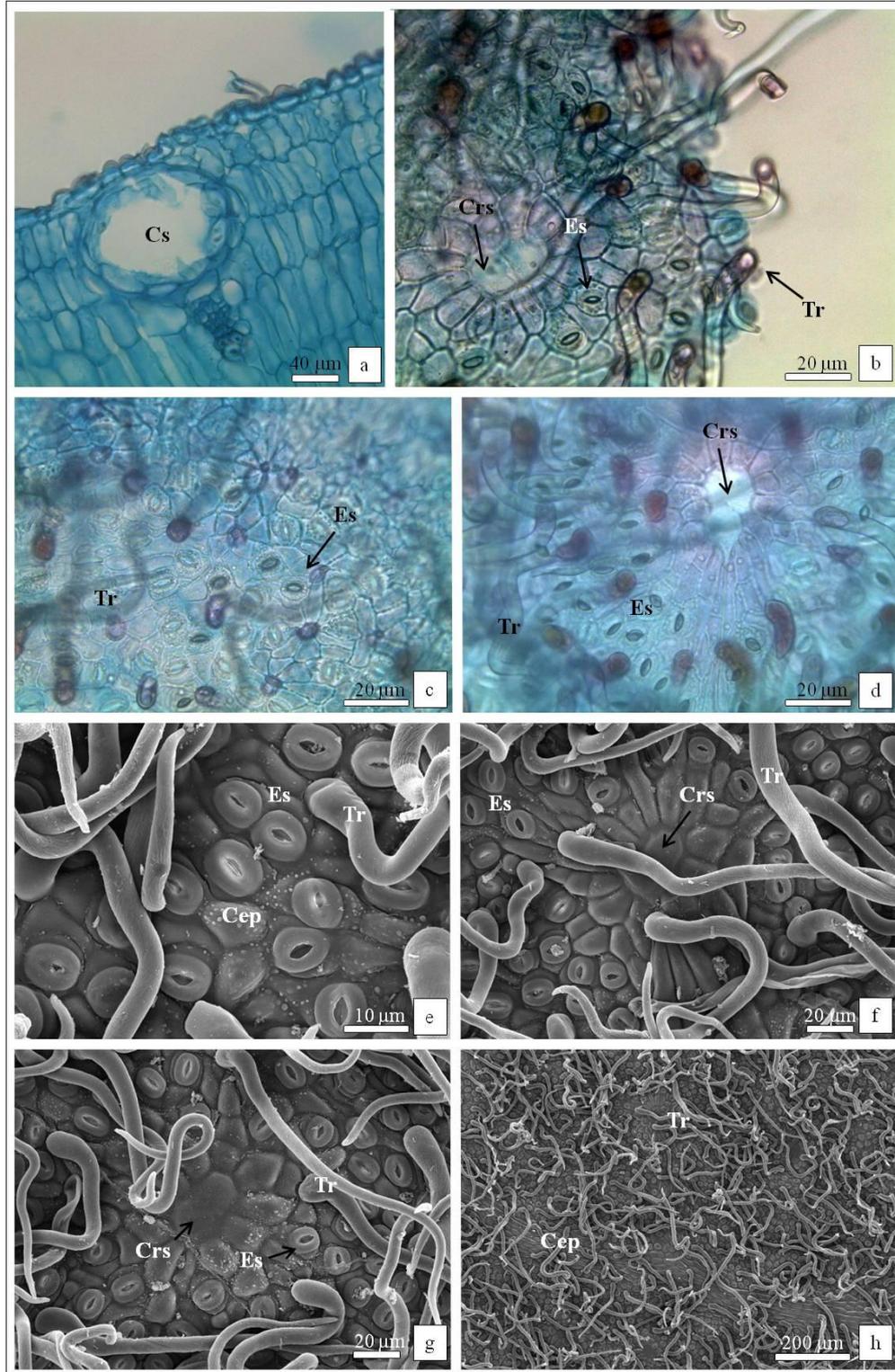
As secções paradérmicas da superfície abaxial da lâmina foliar revelam células com paredes anticlinais retas e grande quantidade de tricomas tectores unicelulares além de estômatos paracíticos (Figura 22b,c,d). Verifica-se estruturas que revestem as cavidades secretoras, constituídas por uma ou duas células centrais circundadas radialmente por 13 a 14 células epidérmicas menores. Na MEV, observa-se tricomas tectores unicelulares e estômatos cobertos por ceras epicuticulares lisas e finas, difundidas em toda epiderme, depositadas em forma de pequenas placas (Figura 22e,f,g). A cera pode ser observada com estrias epicuticulares mais atenuadas próximo à nervura (Figura 22h).

**Figura 21** - Secções transversais e paradérmicas (superfície adaxial) da lâmina foliar de *Psidium guineense* Sw.: (a) cavidade secretora em corte transversal com conteúdo lipofílico (Sudam III); (b) cavidade secretora revestida com um par de células centrais circundada radialmente por células epidérmicas menores; (c) vista frontal, mostrando cavidade secretora revestida por uma célula, cicatriz deixada por tricoma tector e paredes anticlinais retas das células epidérmicas; (d) tricomas na superfície adaxial; (e-f) MEV detalhando cutícula de ornamentação rugosa; (g) ornamentação da cera epicuticular rugosa com formação de pequenas placas em MEV; (h) pormenor de um tricoma tector.



Legenda: Cr - Cavidade Secretora; Crs - Célula que reveste cavidade secretora; Pc - Paredes celular; Ci - Cicatriz de Tricomas; Tr - Tricomas Tectores; Cep - Cera epicuticular

**Figura 22** - Secções transversais e paradérmicas (superfície abaxial) da lâmina foliar de *Psidium guineense* Sw.: (a) cavidade secretora em corte transversal; (b-d) vista frontal de células que revestem a cavidade secretora circundada radialmente por células epidérmicas menores, estômatos paracíticos e tricomas tectores; (e) MEV evidenciando vários tricomas e estômatos cobertos por cutícula de ornamentação fina; (f, g) detalhe das células que revestem cavidades secretoras, estômatos e tricomas tectores unicelulares; (h) cutícula fina, cera epicuticular lisa e grande quantidade de tricomas em MEV.



Legenda: Cs – Cavidade Secretora; Crs - Célula que reveste cavidade secretora; Es - Estômato; Tr - Tricomas Tectores; Cep - Cera epicuticular

#### 5.2.4.2 Lamina foliar

Em secção transversal observa-se que a epiderme é uniestratificada, presença de hipoderme formada de células maiores, dispostas em duas camadas. O mesofilo é dorsiventral com parênquima paliçádico formado por células alongadas compactamente dispostas em até três camadas que se estende até próximo a região distal do bordo, e parênquima lacunoso disposto em até cinco camadas. Nestes tecidos em ambas as superfícies, observam-se feixes vasculares, cavidades secretoras e tricomas tectores unicelulares (Figura 23c). Mesmo não visualizados na imagem, verificou-se a presença de idioblastos contendo cristais do tipo drusas de oxalato de cálcio.

O bordo foliar apresenta-se levemente fletido em direção à face abaxial, uma espessa camada de cutícula reveste a epiderme em ambas as faces da manina foliar, além de cavidades secretoras e cristais em forma de drusas. Na região mais distal do bordo, a cutícula forma flanges que se prolongam por toda a extensão das paredes anticlinais das células epidérmicas. O parênquima paliçádico encontra-se parênquima paliçádico até a região distal, células de parênquima lacunoso que se reduz em aproximadamente quatro camadas e células de colênquima anelar menores em tamanho, com cerca de cinco estratos celulares (Figura 23a). As secções transversais do bordo, coradas com Sudan III, revelam a presença de compostos lipofílicos nas células e na cutícula (Figura 23b).

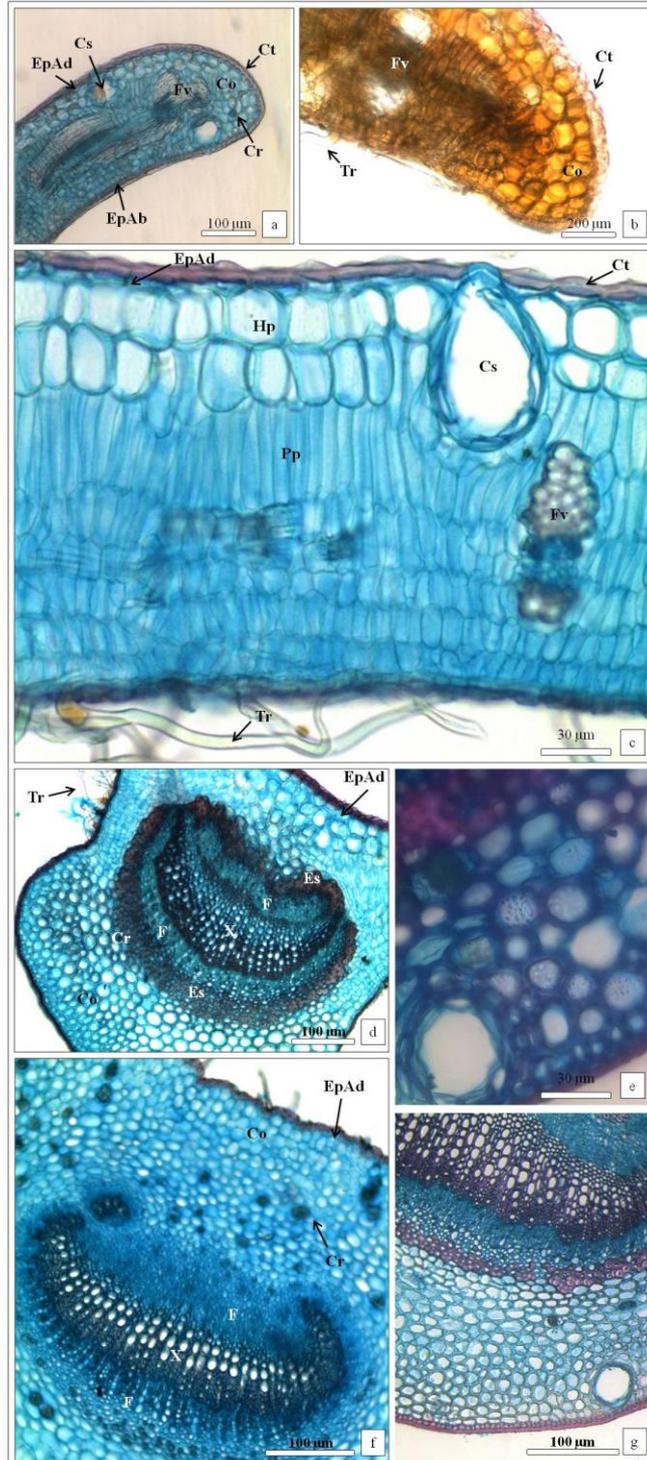
#### 5.2.4.3 Nervura Principal

A região mediana da nervura principal, em secção transversal, apresenta contorno côncavo-convexo, epiderme uniestratificada recoberta por cutícula espessa e tricomas tectores unicelulares em ambas as faces. O sistema vascular é do tipo biclateral com formato côncavo-convexo, circundado por uma bainha esclerenquimática. Observam-se cavidades secretoras e cristais de oxalato de cálcio em forma de drusas (Figura 23d, e).

#### 5.2.4.4 Pecíolo

A região mediana do pecíolo, em secção transversal, tem contorno plano-convexo. A epiderme é uniestratificada, e apresenta tricomas tectores unicelulares simples em ambas as faces (Figura 23f). Cavidades secretoras ocorrem no córtex e em toda periferia do pecíolo (Figura 23g), são também evidenciadas drusas de oxalato de cálcio e cavidades secretoras nas regiões de colênquima anelar. O feixe vascular é do tipo bicolateral em forma de arco aberto voltado para a face adaxial, com as extremidades fletidas e circundado por uma bainha esclerenquimática (Figura 23f,g).

**Figura 23** - Secções transversais da lâmina foliar de *Psidium guineense* Sw.: (a) fotomicrografia do bordo foliar evidenciando cutícula espessa, cavidade secretora, drusas e colênquima; (b) bordo foliar com reagente Sudan III; (c) internervura evidenciando células epidermicas achatadas e cutícula espessa, cavidade secretora, parênquima paliçádico, parênquima lacunoso, feixe vascular e tricomas tectores unicelulares; (d) nervura principal com detalhe do feixe vascular; (e) nervura principal com detalhe de cavidade secretora e colênquima anelar; (f) pecíolo com detalhe do feixe vascular biclateral em forma de arco, tricomas e drusas; (g) pecíolo com detalhe da cavidade secretora e colênquima anelar.



Legenda: Ct - Cutícula; Hp - Hipoderme; Fl - Flange; Cs - Cavidade secretora; Co- Colênquima; EpAd - Epiderme adaxial; EpAb - Epiderme abaxial; Pl - Parênquima lacunoso; Cr - Cristais drusas; Fv - Feixe vascular; Es - Esclerênquima; Pp - Parênquima paliçádico; Tr - Tricoma tector; X - Xilema; F - Floema.

As espécies estudadas mostram características anatómicas comuns como epiderme unisseriada, cutícula espessa, paredes periclinais externas ligeiramente convexas e estratos epidérmicos com até duas camadas. Para designar estes estratos subepidérmicos, os autores utilizam o termo hipoderme. Para identificar precisamente estes dois tecidos, são necessários estudos ontogenéticos. Neste estudo optou-se por chamar a camada subepidérmica de hipoderme, mesmo sem a realização do estudo ontogenético para confirmação dessa nomenclatura como sugerido por Metcalfe e Chalk (1979). Assim como no trabalho de Tantawy (2004), que utilizou a nomenclatura da camada subepidérmica como hipoderme, mesmo sem adotar o critério de classificação ontogênica que envolve essa definição.

Feller (1996) descreve a importância da camada celular subepidérmica, hipoderme, como responsável pela proteção do tecido fotossintético em folhas coreáceas, quando a taxa de metabolismo é limitada pela falta de nutrientes e luz excessiva de determinada área, condições essas presentes no Cerrado em que as plantas aqui estudadas foram coletadas.

Em vista frontal, as células epidérmicas comuns são poligonais e com paredes anticlinais retas nas duas superfícies. Gomes e Neves (1997) descrevem que em Myrtaceae as paredes anticlinais de células epidérmicas apresentam grandes variações, podendo ser retas ou sinuosas, formando células poligonais e contorno levemente sinuoso.

Medri e Lleras (1980) explicam que a menor sinuosidade da parede anticlinal está relacionada a adaptação contra perda de água. No trabalho realizado por Fontenelle et al. (1994) com folhas de *Eugenia*, os autores descrevem que por apresentarem variações (superfície adaxial e abaxial) na forma da parede anticlinal (reta ou sinuosa) dentro da mesma espécie, este caráter não pode ser considerado significativo nos estudos taxonômicos.

Observam-se em secções paradérmicas das lâminas foliares de todas as espécies de *Psidium* analisadas, células que revestem as cavidades secretoras, dispostas em uma ou duas células, circundadas radialmente por 10 a 13 células epidérmicas menores. Castro e Machado (2006) explicam que as cavidades secretoras são cobertas por uma ou duas células (par) epidérmicas, lembrando o formato de asas de borboleta, com dimensões maiores do que as células comuns e paredes anticlinais levemente sinuosas. Em secção transversal, verificam-se cavidades secretoras distribuídas ao longo de toda a extensão da lâmina foliar, adjacentes às faces adaxial e abaxial. Nestes locais a epiderme pode apresentar uma elevação em relação ao restante de sua superfície.

É característica marcante de Myrtaceae a presença de cavidades secretoras ricas em substâncias lipofílicas (SOLEREDER, 1908). Donato e Morretes (2007) descrevem que o conteúdo das cavidades secretoras subepidérmicas no mesófilo é constituído por óleos

essenciais, sendo típico para Myrtaceae. Segundo Castro e Machado (2006) algumas espécies apresentam secreções heterogêneas nas cavidades secretoras, com óleos essenciais e compostos fenólicos, formando assim uma mistura chamada substâncias lipofílicas.

As eletromicrografias de varredura das lâminas foliares demonstram que ambas as superfícies, em *P. firmum*, a superfície adaxial em *P. myrsinites* e *P. laruotteanum*, e a adaxial em *P. guineense* apresentam-se cobertas por uma cera epicuticular de ornamentação rugosa, com aspecto granuloso, depositada sob a forma de pequenas placas. Nas superfícies adaxial da lâmina foliar de *P. laruotteanum* e abaxial de *P. guineense*, a cera epicuticular apresenta ornamentação lisa de baixo relevo, disposta como pequenos grânulos ou placas. Em *P. myrsinites* a cera epicuticular é depositada na superfície abaxial sob a forma de pequenas escamas. Metcalfe (1983) descreve que a ornamentação da cera epicuticular tem função de preservar o equilíbrio da água além de minimizar danos à planta inibindo o ataque de insetos e fungos. De acordo com Ferreira et al. (2005) a quantidade e a composição da cera epicuticular variam com a espécie e com a variedade. As diferenças dependem, também, das condições climáticas, do organismo estudado e da fenologia da planta. Quando estômatos encontram-se rodeados por ceras epicuticulares, protegem a folha contra a perda excessiva de água, característica importante para plantas do bioma Cerrado (MACHADO; BARROS, 1995).

Todas as espécies apresentaram tricomas tectores unicelulares em sua superfície abaxial corroborando com os estudos de Landrum e Kawasaki (1997) com as Myrtaceae brasileiras. Conforme Gibson (1996) a presença de grande quantidade de tricomas tectores em plantas de ambientes secos é um dos caracteres morfológicos que auxilia na estratégia adaptativa desta planta. Segundo Cutter (1986) o tipo de tricoma e a sua disposição na folha é um importante dado para relações taxonômicas entre as famílias.

Todas as espécies de *Psidium* estudadas possuem folhas hipoestomáticas, com estômatos paracíticos, não descartando a ocorrência de estômatos anomocíticos possivelmente não visualizados. Watson e Dallwitz (2007) relatam que as espécies da família Myrtaceae são predominantemente hipoestomáticas. Fontinelle et al. (1993) e Jorge (1992) estudaram, respectivamente, a anatomia foliar de espécies de *Gomidesia* e *Psidium guajava* (Myrtaceae) e também registraram folhas hipoestomáticas.

Segundo Arruda e Fontenelle (1994), essa família não apresenta um tipo de estômato característico, e geralmente os estômatos situam-se no mesmo nível das células epidérmicas comuns. Este fato tende a dificultar a identificação de todos os tipos de estômatos encontrados para essa família, o que explica tanta diferenciação nas descrições da literatura sobre os tipos estomáticos encontrados na mesma espécie. Metcalfe e Chalk (1950) afirmam que em

Myrtaceae os estômatos mais frequentes são do tipo anomocítico, sendo o paracítico o menos frequente. Tantawy (2004) relata a ocorrência de estômatos paracíticos e anomocíticos para *Psidium guajava* e Auricchio e Bacchi (2003) registram estômatos paracíticos e anomoparacíticos para espécies de *Eugenia*. Fontenelle et al. (1994) descrevem que o tipo de estômato não é um bom caráter diagnóstico para alguns grupos de Myrtaceae pois ocorre uma grande variação dentro da mesma família.

Idioblastos, contendo cristais na forma de drusas de oxalato de cálcio, são encontrados no mesofilo, no bordo, na nervura principal e no pecíolo de todas as espécies de *Psidium* analisadas.

Solereder (1908) evidenciou no mesofilo de Myrtaceae, a presença de cristais agrupados ou solitários. Keating (1984) afirmou que a presença de cavidades secretoras e idioblastos contendo cristais prismáticos e drusas contribuem para a filogenia da ordem Myrtales. No estudo de Donatini (2003) com folhas de *Syzygium jambos* (L.) também foram visualizados somente cristais do tipo drusas e afirmou a ausência dos prismáticos. Jorge et al. (2000) descreveram a presença predominante de cristais prismáticos em *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC..

A presença de drusas é comum em Myrtaceae (METCALFE; CHALK, 1979), e os tipos de cristais e como eles estão dispostos nas folhas podem contribuir como caracteres taxonômicos (FAHN, 1990). Os cristais de oxalato de cálcio, segundo Franceschi e Horner (1980), estão relacionados com o balanço iônico da planta, sendo considerados como uma estratégia da planta para manter seu equilíbrio iônico, desestabilizado, por exemplo, quando o índice de poluentes é elevado.

As lâminas foliares das quatro espécies apresentam o mesofilo dorsiventral, hipoderme e cavidades secretoras subepidérmicas. Metcalfe e Chalk (1979) e Tawawy (2004) citam o mesofilo dorsiventral como característica comum em Myrtaceae. Em estudo realizado por Cardoso e Sajo (2004), proporções semelhantes de camadas de células do parênquima paliçádico foram encontradas em algumas espécies de *Eugenia*. James et al. (1999) descrevem que a compactação do mesofilo se constitui em um reforço estrutural da planta, assim, quando há menor volume de parênquima lacunoso em relação ao parênquima paliçádico, a forma das folhas sofrem menos com a desidratação, o que segundo Waldhoff e Furch (2002) são caracteres xeromórficos de plantas tropicais.

Em todas as espécies de *Psidium* estudadas, uma cutícula reveste a epiderme e muitas vezes forma flanges cuticulares. Arruda e Fontinelle (1994) afirmam que em Myrtaceae é comum as espécies apresentarem cutícula em maior ou menor espessura, podendo formar

flanges nas paredes anticlinais das células, característica relacionada ao desequilíbrio hídrico da planta. A maior espessura da cutícula tem função de evitar perda excessiva de água (HANDRO et al., 1970). Fahn (1990) afirma que a cutícula espessa é característica associada ao estresse hídrico. Assim, no Cerrado é comum encontrar as espécies com cutículas espessas devido ao grande período de seca e conseqüentemente com maior déficit de água (PAVIANI, 1978).

Segundo Cardoso e Sajo (2004) e Proença (1990), o formato da nervura principal em Myrtaceae pode ser, biconvexo, plano-convexo ou côncavo-convexo, apresentando um único feixe vascular, conforme observado nas espécies de *Psidium* do presente estudo. Gomes et al. (2005) afirmam que o formato do feixe vascular na nervura principal é considerado de fácil identificação entre os caracteres anatômicos com valor taxonômico.

Os contornos dos pecíolos, no presente estudo, são plano-convexos e biconvexos. Em todas as espécies estudadas o arco do feixe vascular, nos pecíolos, tem extremidades curvadas para a região central. Os feixes vasculares bicolaterais na nervura principal e no pecíolo das Myrtaceae também são descritos nos estudos de Siqueira-Nunes e Martins (2010) para as folhas de *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Myrtaceae) e Jorge (1992) na realização da caracterização farmacobotânica de espécies brasileiras de Myrtaceae. Gomes et al. (2009) afirmam que uma das características marcantes de Myrtales é a presença de feixe bicolateral na nervura central.

Muitos aspectos anatômicos foliares encontrados nas espécies de *Psidium* estudadas são consistentes com as descrições para a família feitas por Metcalfe e Chalk (1950), no que diz respeito à presença de tricomas tectores simples e unicelulares, cavidades secretoras subepidêrmicas, hipoderme próxima à superfície adaxial, feixe vascular do tipo bicolateral percorrendo a nervura central e cristais de oxalato de cálcio.

### 5.3 Análise da morfologia, anatomia e micromorfologia foliar de espécies de *Eugenia* e *Campomanesia*

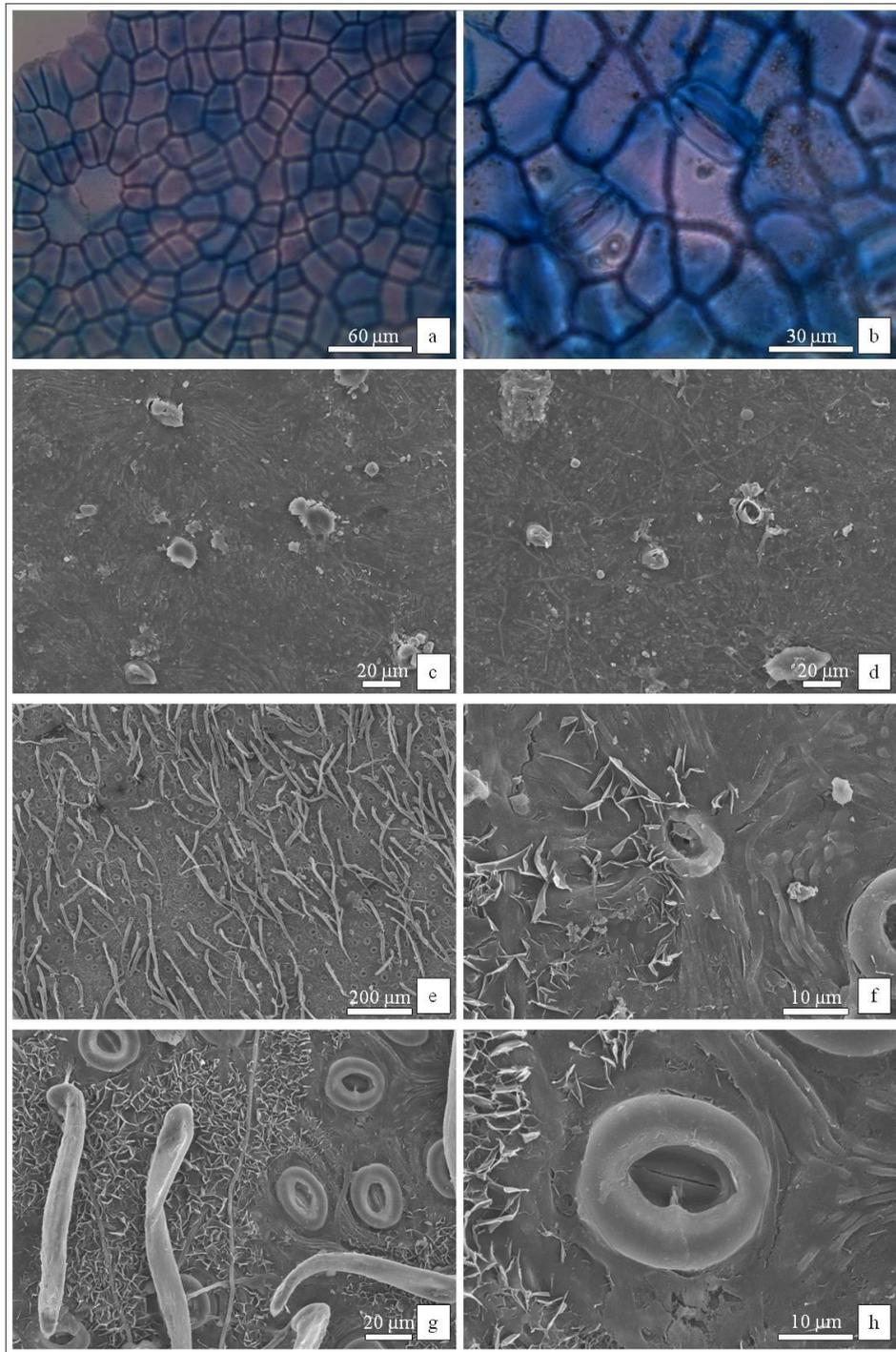
#### 5.3.1 *Eugenia puniceifolia* Kunth DC.

**Arbusto**, cerca de 50cm de altura, casca lisa com coloração acinzentada. **Folhas** simples, opostas cruzadas, coriáceas, verde-escuras em material herborizado; lâminas inteiras, 3-7 cm comprimento, 1-3,5 cm largura, formato lanceoladas a elíptica; ápice agudo a acuminado; base simétrica, aguda a cuneada; folha adulta: glabra na face adaxial e velutina na abaxial; **Venação**: nervura principal pinada e proeminente em ambas as faces. Segundo Cardoso e Sajo (2006), apresentam venação secundária do tipo acródromo; nervuras até a quinta ordem; nervuras secundárias com 11 a 13 pares, planas em ambas as faces, formando ângulo de divergência agudo de 45°-60°; nervuras intersecundárias presentes; nervura intramarginal ausente; nervura última marginal fimbrial; nervuras de quarta e quinta ordem formam aréolas irregulares com vênulas livres ramificadas; nervura coletora paralela à margem até 1 mm do bordo; **Pecíolo** curto, achatado, 1-3 mm de comprimento.

##### 5.3.1.1 Epiderme

A epiderme em vista frontal apresenta-se com células de dimensões variadas e paredes anticlinais espessas, predominantemente retas nas superfícies adaxial e abaxial (Figura 24a, b), presença de estômatos paracíticos e anomocíticos (Figura 24b). São observadas células que recobrem as cavidades secretoras, constituídas por uma ou duas células centrais circundadas radialmente por 11 à 15 células epidérmicas menores (Figuras 24a). Em microscopia eletrônica de varredura (MEV), observa-se que as células epidérmicas da superfície adaxial são cobertas por uma camada cuticular com ornamentação rugosa, e cera epicuticular depositada sob a forma de pequenas placas (Figuras 24 c, d); na superfície abaxial a cutícula é rugosa com cera epicuticular depositada sob a forma de pequenas escamas (Figura 24f,g). Somente na superfície abaxial verificam-se grande quantidade de tricomas tectores unicelulares (Figura 24e) e de estômatos (Figura 24g,h).

**Figura 24** - Secções da lâmina foliar em vista frontal de *Eugenia puniceifolia* Kunth DC.: (a) vista frontal da superfície adaxial, com paredes anticliniais espessas retas e um par de células que reveste a cavidade secretora; (b) vista frontal da superfície abaxial, observam-se estômatos anomocítico e paracítico, paredes anticliniais espessas retas; (c-d) MEV da superfície adaxial, mostrando cutícula com ornamentação rugosa e cera epicuticular rugosa disposta em pequenas placas e cicatrizes de tricomas; (e) MEV (abaxial) detalhe de tricomas tectores unicelulares; (f) MEV (abaxial), detalhe de estômato envolvido por cutícula de ornamentação rugosa, e cera epicuticular em escamas; (g) MEV (abaxial), com estômatos, tricomas tectores unicelulares e cera epicuticular em forma de escamas; (h) MEV (abaxial) com detalhe de estômato.



Legenda: Crs - Célula que reveste cavidade secretora; Ci - Cicatriz deixada após queda do tricoma tector; Tr – Tricoma tector unicelular; Pc - Parede Celular ; Cep - Cera epicuticular; Es - Estômato

### 5.3.1.2 Lamina foliar

Em secção transversal observa-se que a epiderme é uniestratificada, seguida por uma hipoderme formada de células maiores, dispostas em uma ou duas camadas. O mesofilo é dorsiventral com parênquima paliçádico formado por células alongadas compactamente dispostas em uma camada, estendendo-se até próximo à região distal do bordo; o parênquima lacunoso é formado por células globosas distribuídas de dez a doze camadas. Nestes tecidos, em ambas as superfícies, observam-se idioblastos contendo cristais na forma de drusas de oxalato de cálcio e cavidades secretoras espalhadas em todo o mesofilo (Figura 25 c-e). E somente na face abaxial são registrados tricomas tectores unicelulares e estômatos (Figura 25c, d).

O bordo foliar apresenta-se levemente fletido em direção à face abaxial, com uma espessa camada de cutícula revestindo a epiderme em ambas as faces da lamina foliar (Figuras 25a, b). Em seção transversal, verificam-se cavidades secretoras ricas em conteúdo lipofílico no tecido parenquimático. Essas cavidades são consideradas bem desenvolvidas quando apresentam diâmetro que ultrapassa a altura das células do parênquima paliçádico (Figura 25b).

Na região mais distal do bordo, a cutícula forma flanges, que se prolongam por toda a extensão das paredes anticlinais das células epidérmicas. O parênquima paliçádico é interrompido e células do parênquima lacunoso e da hipoderme dão lugar ao colênquima anelar formado por cerca de três estratos celulares (25 b).

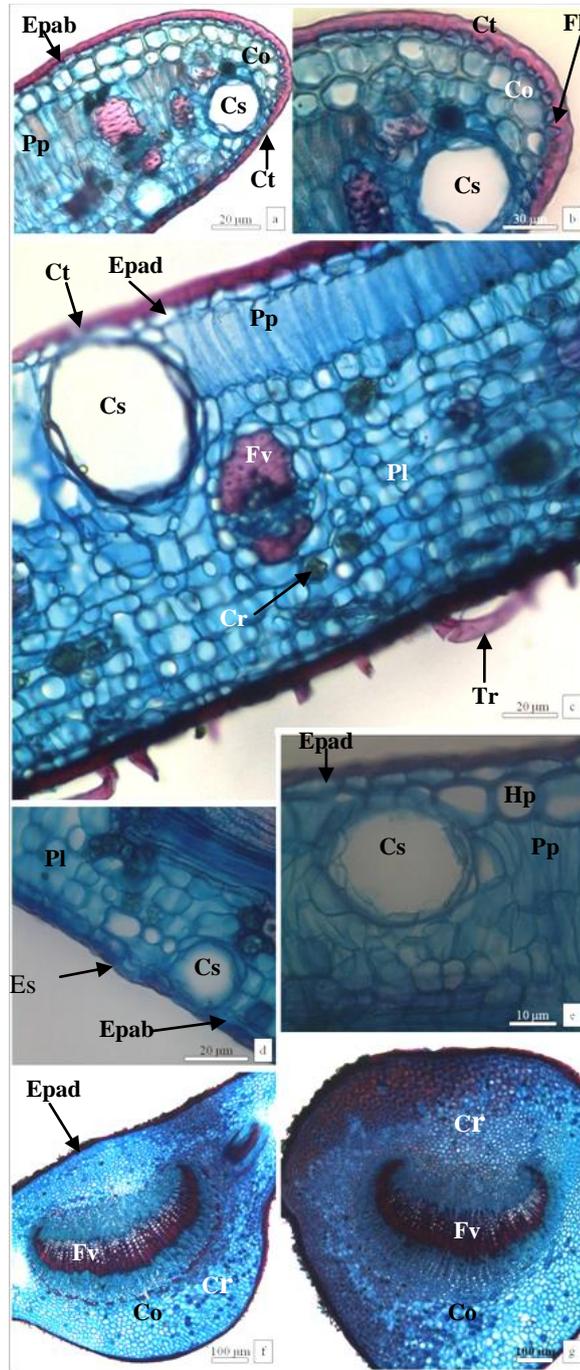
### 5.3.1.3 Nervura Principal

A região da nervura principal, em secção transversal, apresenta contorno plano-convexo, epiderme uniestratificada recoberta por cutícula espessa. O sistema vascular é bicolateral, organizado em um arco aberto com extremidades levemente voltadas para o centro, circundado por uma bainha esclerenquimática. Registram-se idioblastos contendo drusas de oxalato de cálcio na região cortical. Na região periférica, abaixo da epiderme abaxial observa-se colênquima angular; e não se evidenciam cavidades secretoras e tricomas (Figura 25f).

#### 5.3.1.4 Pecíolo

Em secção transversal, a região mediana do pecíolo tem contorno circular a plano-convexo. A epiderme é uniestratificada apresentando vários cristais de oxalato de cálcio em forma de drusas. Não são visualizados tricomas e cavidades secretoras no córtex nem na periferia do pecíolo (Figura 25g). O feixe vascular é do tipo bicolateral em arco aberto, com as extremidades curvadas para o centro (25f).

**Figura 25** - Secções transversais da lâmina foliar de *Eugenia puniceifolia* Kunth DC.: (a) microfotografia do bordo foliar com a cutícula espessa, cavidades secretoras e células de colênquima; (b) bordo foliar evidenciando colênquima anelar, cutícula espessa formando flanges e cavidade secretora; (c) região de internervura; (d) pormenor do mesófilo evidenciando estômato e cavidade secretora na superfície abaxial; (e) superfície adaxial do mesófilo, detalhe de uma cavidade secretora; (f) nervura principal, com feixe vascular bicoloral e presença de drusas; (g) pecíolo, detalhe do feixe vascular bicoloral em forma de arco, com extremidades voltadas para o centro e presença de drusas.



Legenda: Ct - Cutícula; Hp - Hipoderme; Fl - Flange; Cs - Cavidade secretora; Co - Colênquima; EpAd - Epiderme adaxial; EpAb - Epiderme abaxial; Pl - Parênquima lacunoso; Cr - Cristais drusas; Fv - Feixe vascular; Pp - Parênquima paliçádico; Tr - Tricoma tector.

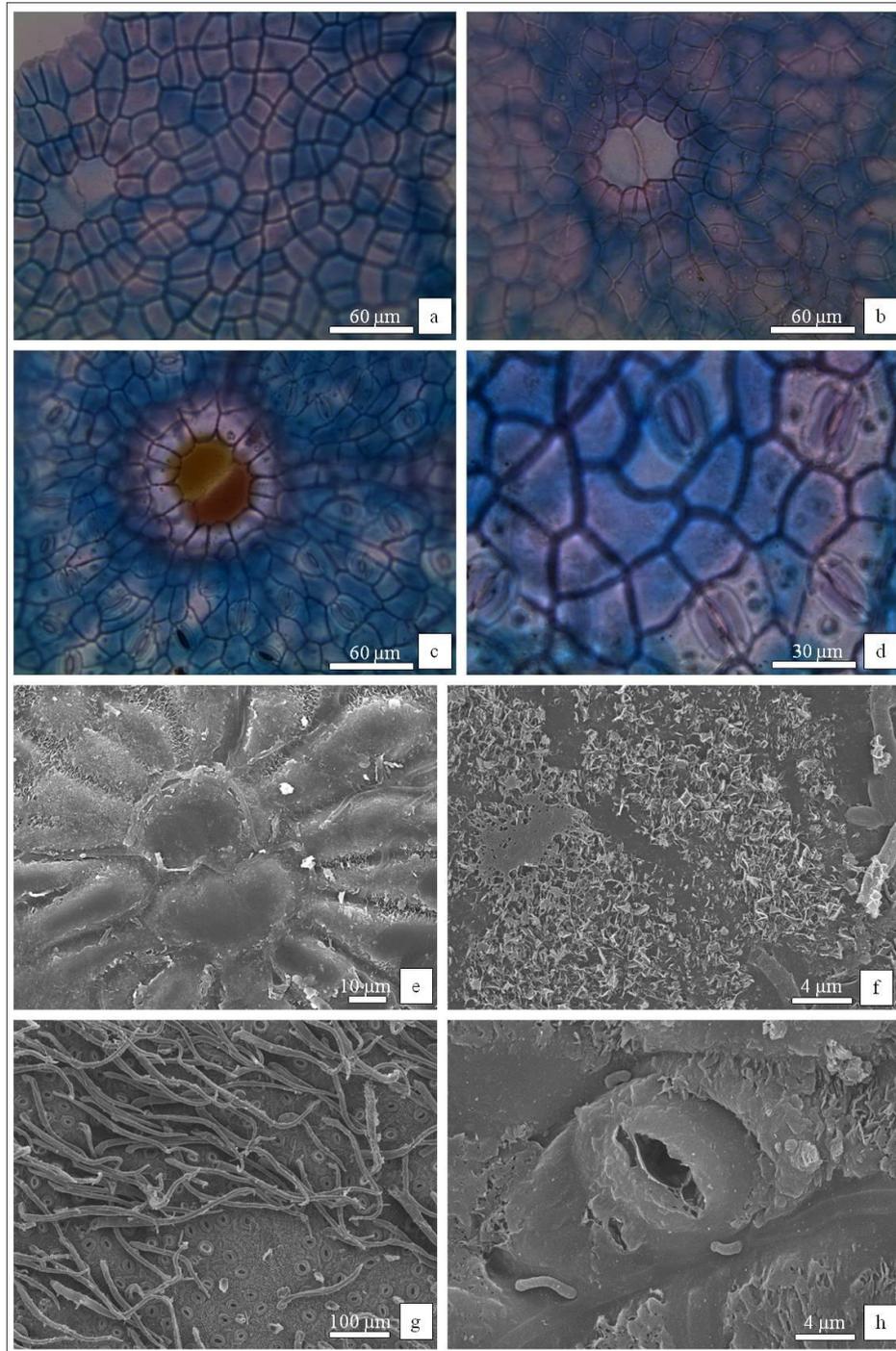
### 5.3.2 *Campomanesia adamantium* Cambess

**Arbusto**, cerca de 60cm de altura, casca lisa com coloração acinzentada escura. **Folhas** simples, opostas cruzadas, coriáceas, verde-clara em material herborizado; lâminas inteiras, 3-8 cm comprimento, 2-3 cm largura, formato elíptica a ovada; ápice acuminado a agudo; base simétrica, aguda a cuneada; folha adulta: glabra na face adaxial e velutina na abaxial; **Venação**: nervura principal pinada e proeminente em ambas as faces; Segundo Oliveira et al. (2011), apresentam venação secundária do tipo camptódromo-broquidódromo; nervuras até a quinta ordem; nervuras secundárias com 10 a 14 pares, planas em ambas as faces, formando ângulo de divergência agudo de 30°-60°; nervuras intersecundárias presentes; nervura intramarginal ausente; nervura última marginal em arcos; nervuras de quarta e quinta ordem formam aréolas irregulares com vênulas livres ramificadas; nervura coletora paralela à margem até 3 mm do bordo; **Pecíolo** curto, achatado, 1-3 mm de comprimento.

#### 5.3.2.1 Epiderme

Em vista frontal, a epiderme apresenta células com dimensões variadas e paredes anticlinais espessas, predominantemente retas nas superfícies adaxial e abaxial (Figura 26 a,b,c,d). Nas regiões da epiderme localizadas sobre as cavidades secretoras observam-se uma ou duas células centrais circundadas radialmente por 12 a 16 células menores (Figuras 26a,b,c). Em microscopia eletrônica de varredura (MEV) observa-se que as células epidérmicas da superfície adaxial são cobertas por uma camada cuticular com ornamentação rugosa, a cera epicuticular apresenta-se depositada sob a forma de escamas (Figuras 26e, f) e na superfície abaxial a cutícula é rugosa com cera epicuticular depositada sob a forma de placas. Somente na superfície abaxial, verifica-se tricomas tectores unicelulares e estômatos predominantemente paracíticos (Figuras 26g,h).

**Figura 26** - Secções da lâmina foliar de *Campomanesia adamantium* Cambess. em vista frontal: (a-b) superfície adaxial, evidenciando as paredes celulares anticlinais espessas retas e um par de células que recobre a cavidade secretora; (c) superfície abaxial, evidenciando estômatos paracíticos, paredes celulares anticlinais espessas retas e um par de células que reveste a cavidade secretora; (d) superfície abaxial evidenciando as paredes celulares anticlinais retas e estômatos paracíticos; (e) MEV (adaxial), mostrando o aspecto rugoso da cutícula; (f) MEV (adaxial) detalhando a cutícula com ornamentação rugosa e com cera epicuticular disposta em escamas; (g) MEV (abaxial), detalhando a cutícula com ornamentação rugosa e cera epicuticular em placas, estômatos paracíticos e tricomas tectores unicelulares; (h) MEV (abaxial) evidenciando estômato revestido por uma camada de cera epicuticular em placas.



Legenda: Crs - Célula que reveste cavidade secretora; Tr - Tricoma tector unicelular; Pc - Parede Celular ; Cep - Cera epicuticular; Es - Estômato

### 5.3.2.2 Lâmina foliar

Em secção transversal observa-se epiderme uniestratificada, presença de hipoderme formada por células um pouco maiores, dispostas em uma a três camadas. O mesofilo é dorsiventral com parênquima paliçádico formado por células alongadas dispostas em duas ou três camadas estendendo-se até próximo à região distal do bordo; o parênquima lacunoso é formado por células globosas distribuídas em aproximadamente oito camadas, nestes tecidos em ambas as superfícies, observam-se feixes vasculares. Verificam-se cavidades secretoras (Figura 27c,d) com conteúdo lipofílico (reagente Sudam III) e idioblastos contendo cristais do tipo drusas (Figura 27b).

Em secção transversal, o bordo foliar apresenta-se levemente fletido em direção à face abaxial e uma espessa camada de cutícula reveste a epiderme em ambas as faces da lamina foliar. O parênquima paliçádico encontra-se interrompido na região distal, e o número de células do parênquima lacunoso se reduz, dando espaço ao colênquima anelar, com cerca de cinco estratos celulares (Figura 27a).

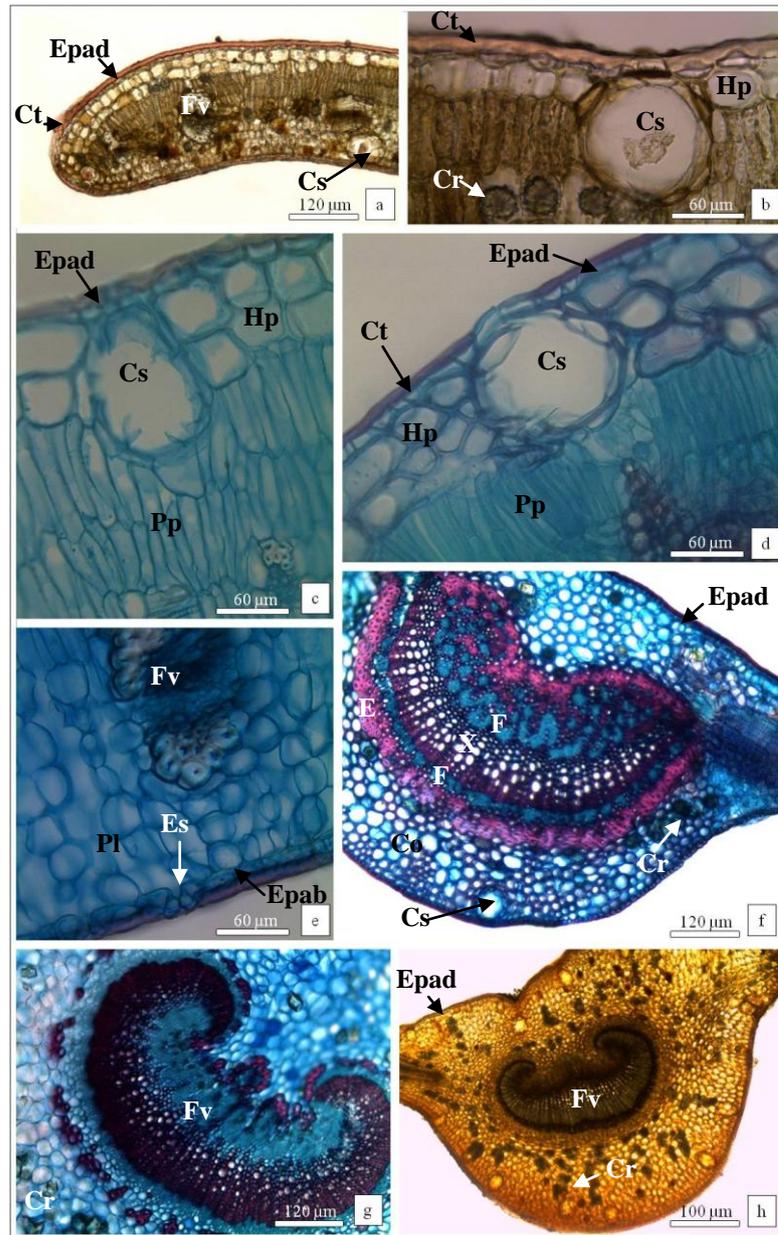
### 5.2.2.3 Nervura Principal

Em secção transversal, a nervura principal apresenta contorno plano-convexo e epiderme uniestratificada. O sistema vascular é bicolateral, com formato concâvo-convexo, circundado por uma bainha esclerenquimática. Possuem idioblastos contendo drusas de oxalato de cálcio, e colênquima anelar e cavidades secretoras próximas à superfície abaxial (Figura 27f).

### 5.2.2.4 Pecíolo

Em secção transversal, a região mediana do pecíolo tem contorno plano-convexo. A epiderme é uniestratificada e apresenta cavidades secretoras e inúmeras drusas de oxalato de cálcio no córtex e em toda a periferia do pecíolo (Figura 27h). O feixe vascular é do tipo bicolateral em forma de arco com extremidades curvadas em direção ao centro (Figura 27g).

**Figura 27** - Secções transversais da lâmina foliar de *Campomanesia adamantium* Cambess.: (a) bordo foliar com cavidades secretoras e cutícula espessa evidenciadas pelo reagente Sudam III; (b) detalhe da região de internervura evidenciando a cutícula pelo reagente Sudam III; (c-d) região da internervura, visualizando-se cavidades secretoras; (e) pormenor do mesofilo evidenciando estômato na epiderme adaxial; (f) nervura central com contorno plano-convexo, detalhe do feixe vascular bicolorateral côncavo-convexo e presença de drusas; (g) feixe vascular do pecíolo em forma de arco com extremidades curvadas para o centro; (h) pecíolo mostrando presença de substâncias lipofílicas (Sudam III).



Legenda: Ct - Cutícula; Hp - Hipoderme; Fl - Flange; Cs - Cavidade secretora; Co- Colênquima; EpAd - Epiderme adaxial; EpAb - Epiderme abaxial; Pl - Parênquima lacunoso; Cr - Cristais drusas; Fv - Feixe vascular; Es - Estômato; Pp - Parênquima paliçádico; X - Xilema; F - Floema.

## 5.4 Análises estatísticas

As microscopias óptica e eletrônica de varredura foram utilizadas para analisar os 71 caracteres anatômicos e micromorfológicas das folhas de cada espécie. Por exemplo, o contorno do pecíolo e nervura central; espessura da cutícula da superfície da epiderme; o contorno da parede anticlinal das células epidérmicas; tipo e localização dos estômatos e tricomas; organização do mesofilo; presença ou ausência e tipo de idioblastos; e o tipo de sistema vascular.

A partir da Análise de Componentes Principais (PCA), foram selecionadas as variáveis por explicar a maior porcentagem de variação observada em todo o conjunto de dados, analisando a presença e ausência de cada caracter para cada espécie. Assim, para estimar os fatores principais das espécies de Myrtaceae, verificou-se o quantitativo dos caracteres anatômicos e micromorfológicos, selecionando as variáveis mais correlacionadas com os quatro primeiros componentes principais (responsáveis pela maior explicabilidade dos dados). O componente que obteve o maior valor foi considerado o componente principal, o segundo maior valor o segundo componente principal, repetido até o último componente principal que é considerado o menor valor. Sendo assim, foram selecionados 30 caracteres principais expostos na Tabela 4 (Pág 102).

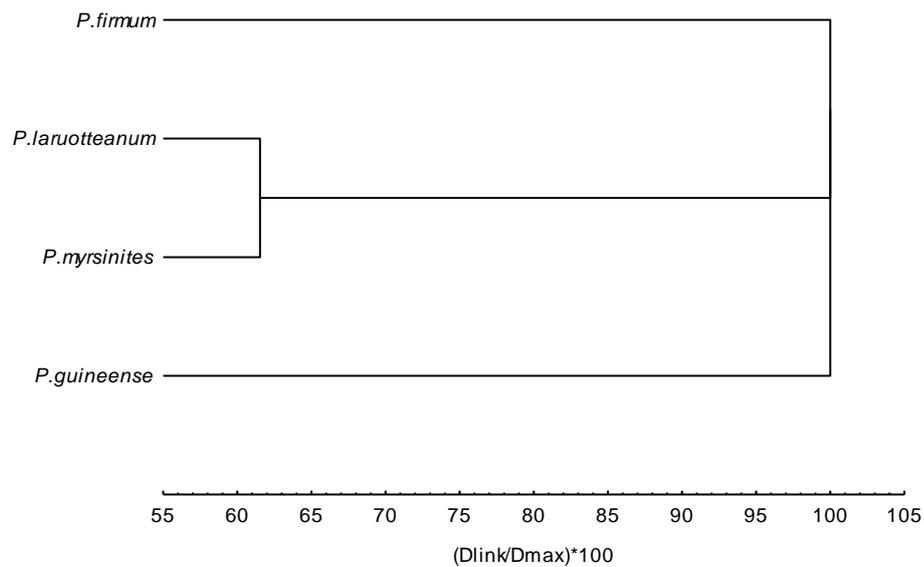
A análise de agrupamento através das médias não ponderadas de grupos pareados (UPGMA), que reúne as espécies com base na similaridade ou distância, gerou o dendrograma ( $r=0,82$ ) de similaridade entre as quatro espécies do gênero *Psidium* (Figura 28) e outro dendrograma entre as seis espécies de Myrtaceae pertencentes aos gêneros *Psidium*, *Eugenia* e *Campomanesia* (Figura 29).

Foram fatores diagnósticos entre as quatro espécies de *Psidium* estudadas: hábito da planta (arbustiva ou arbórea), disposição das nervuras primária e secundárias em ambas as faces, padrão de venação secundário, nervação última marginal, presença de tricomas em ambas as superfícies, presença e ornamentação da cutícula, formato da nervura principal e do pecíolo, formato do feixe vascular da nervura principal.

A UPGMA dividiu as espécies de *Psidium* em 3 grupos (Figura 28). O primeiro grupo consiste em *P. firmum* devido ao hábito arbustivo e por apresentar venação secundária caracterizada como broquidódroma e nervura última marginal do tipo fimbrial. O segundo é composto por *P. guineense* devido a presença de tricomas em ambas as superfícies; e o terceiro por *P. laruotteanum* e *P. myrsinites* devido a presença de características como hábito

arbóreo, mesmo padrão de venação primário, secundário e a nervura última marginal em arcos, além da presença de tricomas somente na superfície abaxial.

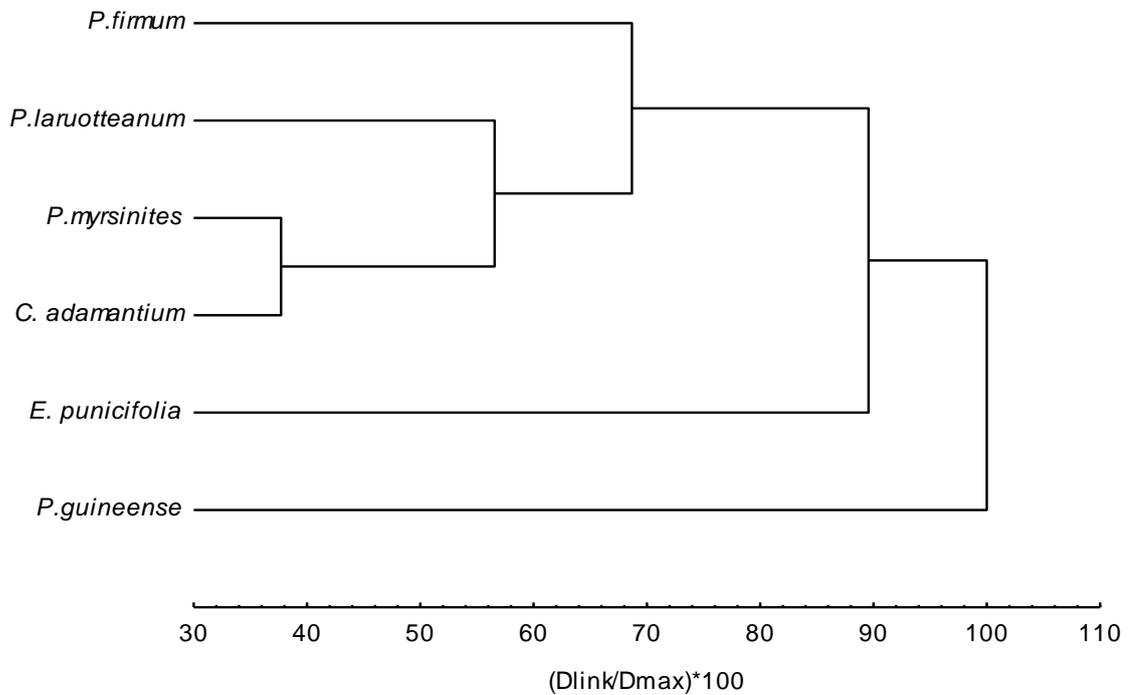
**Figura 28** - Fenograma mostrando as relações fenéticas entre as características morfológicas, anatômicas e micromorfológicas das folhas de quatro espécies de *Psidium* com base na análise de agrupamento UPGMA.



Quando as espécies *Eugenia puniceifolia* e *Campomanesia adamantium* foram incluídas nas análises, o cluster de UPGMA dividiu os taxa em cinco grupos ( $r= 0,82$ ), e o padrão de agrupamento das espécies de *Psidium* permaneceu o mesmo (Figura 29).

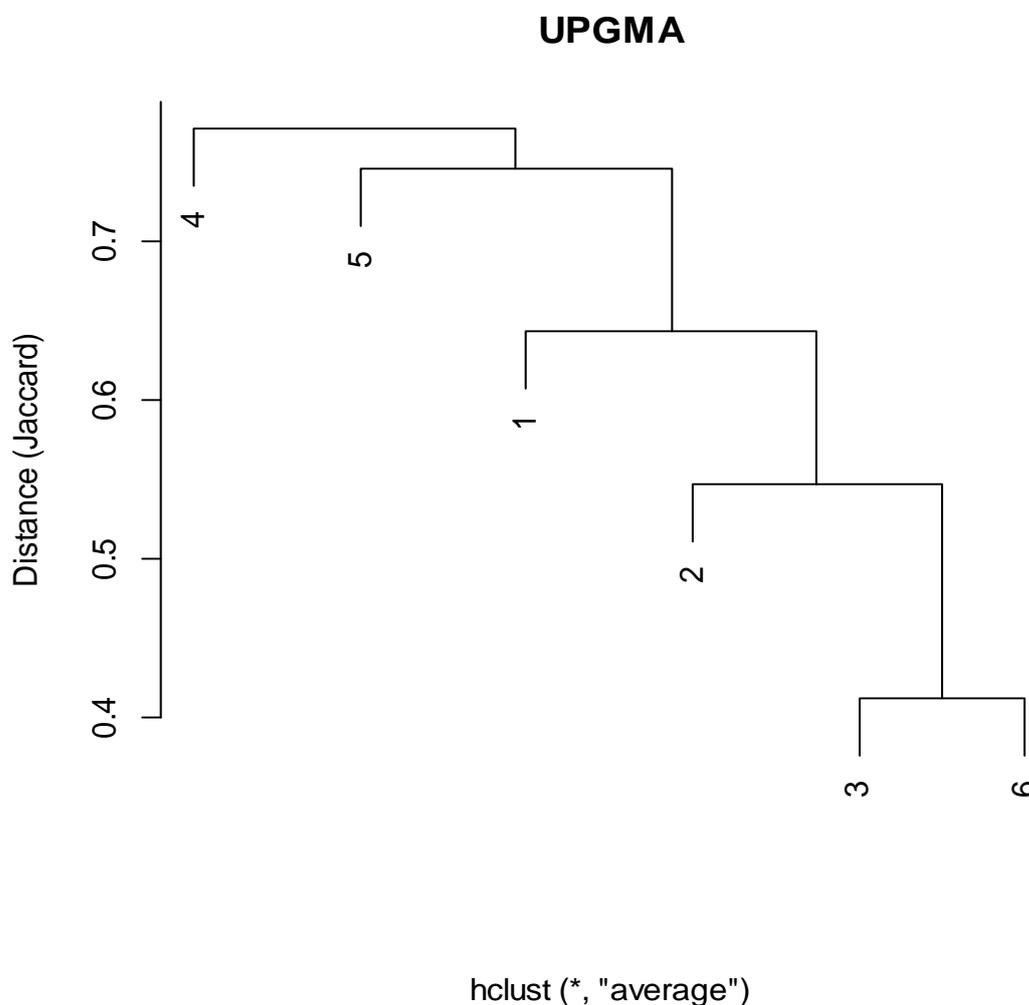
*Psidium guineense* foi a mais distante por apresentar características distintas como tricomas em ambas as superfícies. Seguida por *Eugenia puniceifolia* por apresentar padrão de venação secundário acródromo e presença de somente uma camada de parênquima paliçádico e uma a duas camadas de células da hipoderme, já o terceiro grupo foi representado por *P. firmum* por possuir padrão de venação secundária broquidródromo. O grupo de *P. laruotteanum* teve como característica distintiva a presença de cera epicuticular lisa, mas mesmo assim mostrou proximidade (similaridade) com o conjunto de *Psidium myrsinites* e *Campomanesia adamantium* por causa da grande quantidade de caracteres compartilhados, como padrão de venação secundária camptódromo-broquidrodromo e tricomas somente na superfície abaxial entre outros caracteres (Figuras 29 e 30).

**Figura 29** - Fenograma mostrando as relações fenéticas entre as características morfológicas, anatômicas e micromorfológicas das folhas de *Psidium*, *Eugenia* e *Campomanesia* com base em análises de UPGMA.



Com a finalidade de evidenciar diferenças entre as coordenadas principais e para verificar a semelhança entre as espécies com base no número de caracteres comuns realizou-se a PCoA. Para gerar o dendrograma utilizou-se o índice de similaridade de Jaccard (Figura 30).

**Figura 30** - Similaridade entre as espécies de Myrtaceae de acordo com o coeficiente de distância de Jaccard (UPGMA). (1) *P.firmum*; (2) *P.laruotteanum*; (3) *P.myrsinites*; (4) *P.guineense*; (5) *Eugenia puniceifolia*; (6) *Campomanesia adamantium*. Coeficiente cofenético ( $r$ )= 0.82



*Campomanesia adamantium* foi classificada como espécie de Myrtaceae mais próxima de *Psidium* para este estudo, por possuir praticamente os mesmos caracteres, similaridade esta que pode ser explicada por integrarem a mesma subtribo. *P. laruotteanum* tem a menor distância com *P. myrsinites* e *Campomanesia adamantium* por apresentarem grande número de coincidências nos caracteres anatômicos e micromorfológicos. McVaugh (1968) afirma que é muito comum as espécies de *Campomanesia* serem confundidas com as de *Psidium* L. Verificou-se maior distância entre *P. guineense*, *E. puniceifolia* e *P. firmum* por disporem de características distintas dentro do grupo pertencente as subtribos (Myrtinae e Eugeniinae).

Considerou-se *Psidium guineense* a mais distinta entre as seis espécies estudadas por apresentar menor quantitativo de caracteres compartilhados.

Formaram-se quatro eixos com suas cargas fatoriais de variação que explicam o maior percentual das variáveis dos componentes principais, obtidos a partir dos 30 caracteres selecionados (Tabela 4).

**Tabela 4** - Cargas fatoriais de variação para quatro eixos de componentes principais obtidos a partir dos 30 caracteres selecionados.

<b>Características morfológicas, anatômicas e micromorfológicas</b>	<b>Eixo 1</b>	<b>Eixo 2</b>	<b>Eixo 3</b>	<b>Eixo 4</b>
Hábito: Arbustivo	-0,09634	0,02323	<b>0,2872</b>	<b>0,2459</b>
Hábito: Arbóreo	0,09634	-0,02323	<b>-0,2872</b>	<b>-0,2459</b>
Contorno pecíolo côncavo-convexo	0,1257	-0,1839	-0,05161	0,107
Contorno pecíolo plano-convexo	-0,1257	0,1839	0,05161	-0,107
Cristais em forma de prismas no pecíolo	0,01979	<b>0,3261</b>	-0,1249	0,1625
Cera com ornamentação lisa na face adaxial	<b>0,2547</b>	-0,0578	-0,1117	-0,01058
Cera com ornamentação rugosa em flocos na face abaxial	<b>-0,2547</b>	0,0578	0,1117	0,01058
Cutícula espessa com ornamentação rugosa na face adaxial	<b>-0,2386</b>	0,08549	-0,1919	0,08607
Cutícula delgada com ornamentação lisa na face adaxial	<b>0,2386</b>	-0,08549	0,1919	-0,08607
Cutícula espessa com ornamentação rugosa na face abaxial	<b>-0,2386</b>	0,08549	-0,1919	0,08607
Cutícula delgada com ornamentação lisa na face abaxial	<b>0,2386</b>	-0,08549	0,1919	-0,08607
Hipoderme com uma camada	-0,1293	-0,1145	-0,127	-0,194
Hipoderme com mais de uma camada	0,1293	0,1145	0,127	0,194
Parênquima paliçádico com uma camada	-0,1293	-0,1145	-0,127	-0,194
Parênquima paliçádico com mais de uma camada	0,1293	0,1145	0,127	0,194
Contorno da Ner. principal biconvexo	0,09997	<b>0,2752</b>	-0,1085	-0,1589
Contorno do feixe vascular na Ner.principal côncavo-convexo	-0,08381	<b>-0,2475</b>	-0,195	<b>0,2344</b>
Contorno do feixe vascular na Ner.principal plano-convexo	-0,01616	-0,02769	<b>0,3035</b>	-0,07549
Contorno do feixe vascular na Ner. principal biconvexo	0,09997	<b>0,2752</b>	-0,1085	-0,1589
Cristais em forma de drusas na Ner. principal	<b>0,2547</b>	-0,0578	-0,1117	-0,01058
Colênquima anelar na Ner. Principal	<b>0,2547</b>	-0,0578	-0,1117	-0,01058
Colênquima angular na Ner. principal	<b>-0,2547</b>	0,0578	0,1117	0,01058
Padrão de venação broquidódromo	-0,1454	-0,1422	0,1765	<b>-0,2694</b>
Padrão de venação camptódromo-broquidódromo	0,1454	0,1422	-0,1765	<b>0,2694</b>
Tricomas Tectores unicelulares na epiderme adaxial	-0,00363	<b>-0,2985</b>	-0,1786	-0,08699
Venação primária sulcada na face adaxial	0,1095	<b>-0,2116</b>	<b>0,2519</b>	0,03148
Venação secundária plana na face abaxial	0,003628	<b>0,2985</b>	0,1786	0,08699
Venação secundária sulcada na face adaxial	0,04547	-0,133	-0,068	<b>0,4283</b>
Venação secundária plana na face adaxial	-0,1745	0,006876	0,1281	<b>-0,3108</b>
Venação secundária saliente na face abaxial	-0,00363	<b>-0,2985</b>	-0,1786	-0,08699

Os resultados da PCA indicaram a formação de quatro eixos (Tabela 4) responsáveis por 67,2% da variância total. O primeiro eixo de componente principal foi influenciado fortemente pelos seguintes caracteres: Cera com ornamentação lisa na face adaxial, Cera com ornamentação rugosa em flocos na face abaxial, cutícula espessa com ornamentação rugosa na

face adaxial, cutícula delgada com ornamentação lisa na face adaxial, cutícula com ornamentação rugosa na face abaxial, cutícula delgada com ornamentação lisa na face abaxial, predomínio de colênquima anelar na nervura principal, predomínio de colênquima angular na nervura principal, cristais em forma de drusas de oxalato de cálcio na nervura principal.

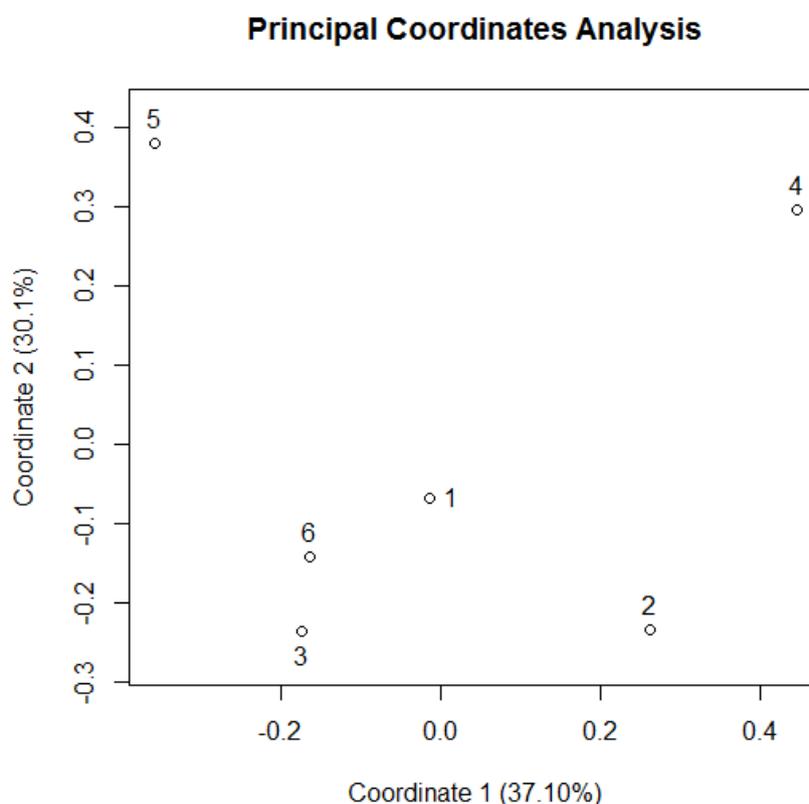
O segundo eixo de componente principal foi influenciado fortemente por cristais em forma de prismas no pecíolo, contorno da nervura principal biconvexo, contorno do feixe vascular na nervura principal côncavo-convexo, contorno da nervura principal biconvexo, tricomas tectores unicelulares na epiderme adaxial, venação primária sulcada na face adaxial, venação secundária plana da face abaxial, venação secundária saliente da face abaxial.

O terceiro eixo de componente principal foi influenciado pelo hábito arbustivo e arbóreo da planta, contorno do feixe vascular na nervura principal plano-convexo e a venação primária sulcada na face adaxial.

O quarto eixo de componente principal foi influenciado fortemente pelos seguintes caracteres: pelo hábito arbustivo e arbóreo da planta, contorno do feixe vascular na nervura principal côncavo-convexo, padrão de venação broquidódromo, padrão de venação camptódromo-broquidódromo, venação secundária sulcada na face adaxial e venação secundária plana na face adaxial.

Foi realizada a correlação entre os componentes principais (PCoA), as duas correlações foram responsáveis por 67,2% da variância total (37,10% e 30,10%) respectivamente, o que significa um alto percentual de explicação das coordenadas (Figura 31).

**Figura 31** - Análise de Coordenadas Principais. (1) *P. firmum*; (2) *P. laruotteanum*; (3) *P. myrsinites*; (4) *P. guineense*; (5) *E. puniceifolia*; (6) *C. adamantium*.



A análise mais criteriosa do gráfico de ordenação evidencia que a espécie 5 (*Eugenia puniceifolia*) e 4 (*Psidium guineense*), se firmaram como as mais distantes das outras. Enquanto que, sobre as demais, a homogeneidade dos seus parâmetros é alta a ponto de formar grupos mais próximos.

O padrão secundário de venação acrodóromo em *E. puniceifolia* e a presença de tricomas tectores unicelulares em ambas as faces de *P. guineense* foram fatores determinantes para o distanciamento com as outras espécies.

O padrão de venação secundário permitiu a separação de três grupos entre as seis espécies estudadas: *Psidium firmum* (broquidóromo), *Eugenia puniceifolia* (acrodóromo); *Psidium laruotteanum*, *Psidium myrsinites* e *Campomanesia adamantium* (camptódromo-broquidóromo). Os resultados apresentados neste trabalho mostram que o padrão de venação foliar pode seguramente auxiliar na identificação e separação de gêneros de Myrtaceae, conforme observado nos estudos de Fontenelle et al. (1994), Costa et al. (1995), Cardoso e Sajo (2004, 2006), e De-Carvalho (2008).

A análise da estrutura foliar possibilita o conhecimento de caracteres anatômicos com significância para a taxonomia (ARRUDA; FONTINELLE, 1994). Para as espécies analisadas neste estudo, não se identificou utilidade taxonômica para alguns caracteres analisados tais como a epiderme uniestratificada, mesofilo dorsiventral, cutícula espessa, tipo de tricomas e presença de cavidades secretoras.

Segundo Souza e Lorenzi (2008), pela grande diversidade entre as espécies, escassez de estudos taxonômicos e necessidade de caracteres específicos para identificar algumas espécies, Myrtaceae ainda é um grupo considerado complexo em sua identificação. Metcalfe e Chalk (1950) e Keating (1984) descrevem mesofilo dorsiventral, cavidades secretoras e idioblastos contendo drusas e cristais prismáticos como caracteres anatômicos típicos da família Myrtaceae.

A anatomia e micromorfologia das folhas dos grupos interspecíficos e quatro espécies estudadas podem ser utilizados como diagnósticos para o gênero. Os caracteres que contribuíram para a formação dos grupos foram: contorno do pecíolo, espessura da cutícula e ornamentação da cera, presença de colênquima anelar e/ou angular, presença de cristais em forma de drusas no pecíolo ou nervura principal.

## CONCLUSÃO

Neste trabalho foram estudados quatro taxa de *Psidium* e comparados com outros dois, um de *Eugenia* e um de *Campomanesia* ocorrentes no Cerrado Goiano, coletadas no campus da UEG, na Base Aérea na cidade de Anápolis e na Serra de Caldas Novas na cidade de Caldas Novas-GO, a partir de registros do Herbário da Universidade Estadual de Goiás - UEG.

*Psidium myrsinites* e *Psidium laruotteanum* apresentam características morfológicas muito semelhantes como venação secundária camptódroma-broquidódroma, venação última marginal em arcos, superfície adaxial com nervura central proeminente; glabra na superfície adaxial e pilosa na superfície abaxial; ápice agudo a acuminado e base aguda a cuneada. Morfologicamente as características que as diferenciam são: *P. myrsinites* possui caule cilíndrico liso, glabro, com depressões de placas irregulares que se desprendem do tronco, coloração castanha levemente rosada e nervura secundária na face adaxial proeminente, e *P. laruotteanum* apresenta o caule com ritidoma fissurado e cristas sinuosas e descontínuas, casca com coloração acinzentada escura e nervura secundária na face adaxial plana.

*Psidium guineense* e *Psidium firmum* apresentam conjunto de características diferenciais dos demais taxa do gênero e entre si, por isso, separadas facilmente na chave de identificação morfológica da folha. *Psidium firmum* apresenta venação secundária broquidódroma, venação última marginal do tipo fimbrial, superfície abaxial com nervura central sulcada, nervuras secundárias planas em ambas as faces ápice obtuso a mucronado, e base arredondada. Já *Psidium guineense* apresenta tricomas nas duas superfícies da lâmina foliar, com nervura central sulcada na superfície adaxial e proeminente na superfície abaxial, o que a distingue de todas as outras espécies de Myrtaceae deste estudo.

Os aspectos morfológicos são os mais indicados para a distinção de espécies de *Psidium*, juntamente com análises do padrão de venação, sendo os aspectos anatômicos complementares. Evidenciando que a diafanização é uma técnica de baixo custo, rápida e conclusiva.

Caracteres anatômicos típicos da família Myrtaceae corroboram com outros estudos como, presença de mesofilo dorsiventral, cavidades secretoras e idioblastos contendo drusas.

A análise de componentes principais (PCA) selecionou o conjunto de variáveis principais entre os 71 caracteres, analisando a presença e ausência de cada caracter para cada

espécie. Foram selecionados 30 caracteres, desses pode-se considerar o maior percentual das variáveis para os 22 componentes principais mais significativos: hábito arbustivo e arbóreo da planta, contorno do feixe vascular na nervura principal plano-convexo, contorno do feixe vascular na nervura principal côncavo-convexo, contorno da nervura principal biconvexo, venação primária sulcada na face adaxial, padrão de venação broquidódromo, padrão de venação camptódromo-broquidódromo, venação primária sulcada na face adaxial, venação secundária plana da face abaxial, venação secundária saliente da face abaxial, tricomas tectores unicelulares na epiderme adaxial, cristais em forma de prismas no pecíolo, cristais em forma de drusas de oxalato de cálcio na nervura principal, cera com ornamentação lisa na face adaxial, cera com ornamentação rugosa em flocos na face abaxial, cutícula espessa com ornamentação rugosa na face adaxial, cutícula delgada com ornamentação lisa na face adaxial, cutícula com ornamentação rugosa na face abaxial, cutícula delgada com ornamentação lisa na face abaxial, predomínio de colênquima anelar na nervura principal, predomínio de colênquima angular na nervura principal,

*P. laruotteanum* tem a menor distância com *P. myrsinites* e *Campomanesia adamantium* por apresentarem grande número de coincidências nos caracteres anatômicos e micromorfológicos. *Campomanesia adamantium* foi classificada como espécie de Myrtaceae mais próxima de *Psidium* para este estudo, por possuir praticamente os mesmos caracteres, similaridade esta que pode ser explicada por integrarem a mesma subtribo. Verificou-se maior distância entre *P. guineense* e *P. firmum* por disporem de características distintivas dentro do grupo das pertencentes à subtribo (Myrtinae) e *Eugenia puniceifolia* por se tratar da única espécie de subtribo diferente (Eugeniinae).

Os dados anatômicos obtidos neste estudo permitem destacar características tais como, presença de tricomas e estômatos na superfície abaxial, cutícula espessa, cera epicuticular, idioblastos contendo cristais em forma de drusas, paredes anticlinais das células epidérmicas retas relevantes para a proteção e adaptação da espécie às condições de sobrevivência ao clima do bioma Cerrado, como intensa radiação solar e pouca disponibilidade hídrica. Os resultados apresentados neste estudo possibilitam futuros estudos em relação à plasticidade adaptativa de Myrtaceae.

Para melhor delimitação dos taxa, estudos genéticos, ecológicos, de biologia reprodutiva e de polinização podem ser aplicados, porém a chave de identificação utilizando características morfológicas mostrou-se funcional, e as características anatômicas completaram a diferenciação entre as espécies, mostrando proximidade com indivíduo da mesma subtribo (*Campomanesia*) e distância com indivíduo de subtribo diferente (*Eugenia*).

É importante mencionar que a variação fenotípica, devido à influência do ambiente, não foi considerada nesta análise, porque os locais onde as espécies foram coletados têm microclimas semelhantes.

Os dados obtidos nas análises morfológicas e anatômicas mostraram-se úteis para a taxonomia do gênero e serão úteis para subsidiar futuros estudos taxonômicos e filogenéticos. Contudo, este estudo tornou evidente a necessidade de mais informações sobre as demais espécies do gênero, visto o pequeno número de espécies analisadas em relação à biodiversidade relatada para o Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINI-COSTA, T.; VIEIRA, R. F. **Frutas nativas do cerrado: qualidade nutricional e sabor peculiar**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2004. Disponível em: [www.agrotec.com.br](http://www.agrotec.com.br). Acesso em: 12/12/2014
- ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO S.M.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina-DF: Embrapa –CPAC, 1998, 464p
- ALVAREZ, A. S.; POTIGUARA, R. C. V.; SANTOS, J. U. M. Arquitetura foliar de espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae) da restinga de Algodoal, Maiandeuá, PA. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v.2, n.1, p.29-36, 2006.
- ALHO, C.J.R. **Cerrado: Caracterização, Ocupação e Perspectivas**. In: Maria Novaes Pinto (Org). Brasília: Universidade de Brasília. 1990. 205p.
- AQUINO, F.G.; OLIVEIRA, M.C. **Reserva legal no Bioma Cerrado: uso e preservação**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados. (Embrapa: Documentos 158). 2006. 25p.
- AQUINO, F. G.; AGUIAR, L. M. S. **Caracterização e Conservação da Biodiversidade do Bioma Cerrado**. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação para o Cerrado. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 83 p, 2007.
- ARAGÃO, J. G.; CONCEIÇÃO, G. M. **Importância, diversidade e distribuição geográfica**. 2007. 71f. Monografia (Graduação em Ciências com habilitação em Biologia) – Universidade Estadual do Maranhão, Caxias, 2007.
- ARANTES, A. A. **Florística da família Myrtaceae Juss. Na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG** 1997. Dissertação de (mestrado). Unesp, Rio Claro, SP. 1997.
- ARANTES, A.A.; MONTEIRO, R. **A Família Myrtaceae na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia**, Minas Gerais, Brasil. *Lundiana*. v.3, p.111-127, 2002.
- ARRUDA, R.C.O.; FONTENELLE, G.B. Anatomia foliar de *Psidium catleyanun*. **Revista Brasileira de Botânica**, v.17, p.25-35. 1994.
- AURICCHIO, M.T.; BACCHI, E.M. Folhas de *Eugenia uniflora* L. (pitanga): propriedades farmacobotânicas, químicas e farmacológicas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.62, p. 55-61, 2003.
- AVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. Frutos de cerrados: preservação gera muitos frutos. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, p.36-41, 2005.
- AZZOLINI, M. **Fisiologia de pós-colheita de goiabas “Pedro Sato”: estádios de maturação e padrão respiratório**. Piracicaba, 2002. 100p. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002

BARROSO, G.M. Myrtaceae. In: **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, Viçosa, v.2, p. 114-126, 1991.

BARROSO, G.M.; MORIM, M.P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1999.

BASTOS, L. A; FERREIRA, I. M. Composições fitofisionômicas do bioma Cerrado: estudo sobre o subsistema de Vereda. **Revista Espaço**, v.12, n.1, p.97-108, 2010.

BERG, O. Myrtaceae. In: MARTIUS, C.P.F. (ed.). **Flora brasiliensis**, v.1, n.4, p.1-468, 1857.

BERG, O. Myrtaceae. In: MARTIUS, C.P.F. (ed.). **Flora brasiliensis**, n.4, p.469-528, 1858.

BERG, O. Myrtaceae. In: MARTIUS, C.P.F. (ed.). **Flora brasiliensis**, n.14, p.529-656, 1859.

BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E.; SILVA JÚNIOR, J.F.; PROENÇA, C.B. Araçá. In: VIEIRA, R.F.; AGOSTINI-COSTA, T.S.; SILVA, D.B.; SANO, S.; FERREIRA, F.F. (Org.). **Frutas Nativas da Região Centro Oeste do Brasil**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, Brasil. p.15-30. 2006.

BRANDÃO, M.; LACA-BUENDÍA, J.P.; MACEDO, J.F. **Árvores nativas e exóticas do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. 528p

BURTON, A. J.; RAMM, C. W.; PREGITZER, K. S. Use of multivariate methods in forest research site selection. **Canadian Journal Forest Research**, Ottawa, v.21, p.1573-1580, 1991.

CAMPOS, L.Z.O. **Etnobotânica do gênero *Psidium* L. (Myrtaceae) no Cerrado brasileiro**. 2010. 71f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília. 2010.

CARDOSO, C. M. V.; SAJO, M. G. Vascularização foliar e a identificação de espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae) da bacia hidrográfica do Rio Tibagi, PR. **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, n.1, p.47-54, 2004.

CARDOSO, C.M.V.; SAJO, M.G. Nervação foliar em espécies brasileiras de Myrtaceae Adans. **Acta Botanica Brasilica** v.20, n.3, p. 657-669. 2006.

CASTRO, M.M.; MACHADO, S.R. Células e tecidos secretores. In: APPEZZATO-DA GLÓRIA B, CARMELLO-GUERREIRO SM (eds). **Anatomia Vegetal**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.179-203. 2006.

CERQUEIRA, M. D. C.; MARQUES, E. J. MARTINS, D.; ROQUE, N. F.; CRUZ, F. G. Variação Sazonal da composição do óleo essencial de *Myrcia salzmannii* Berg. **Química Nova**. v.32, n.6, p. 2009.

CONCEIÇÃO, G. M.; ARAGÃO, J.G. Diversidade e importância econômica das Myrtaceae do Cerrado, Parque Estadual do Mirador, Maranhão. **Scientia Plena**, v.6, p.1-8, 2010.

CORRÊA, L.C.; SANTOS, C.A.F.; VIANELLO, F.; LIMA, G.P.P. Antioxidant content in guava (*Psidium guajava*) and araçá (*Psidium* spp.) germplasm from different Brazilian regions. **Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization**, v.9, p.384-391, 2011.

COSTA, I.R. **Estudos cromossômicos em espécies de Myrtaceae Juss. no sudeste do Brasil**. 2004. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP. 2004.

COSTA, I.R. **Estudos evolutivos em Myrtaceae: aspectos citotaxonômicos e filogenéticos em Myrteae, enfatizando *Psidium* e gêneros relacionados**. 2009. 235f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2009.

COSTA, C.G.; MACHADO, R.D.; FONTENELLE, J.B. Sistema vascular em folhas de *Eugenia* L.(Myrtaceae). **Bradea**, v.6, n.42, p 345-356, 1995.

COUTINHO, L. M. Fire in the Ecology of Brazilian Cerrado. In: GOLDAMMER, J.G. (ed.). **Fire in the tropical biota: Ecological processes and global challenges**. Ecological Studies, Springer-Verlag: Berlin, Germany. p.82-105. 1990.

COUTINHO, L.M. O conceito de bioma. **Acta Bot. Bras.**, v.20, n.1, p.1-11, 2006.

CURADO, P. M.; ANGELINI, R. Avaliação de atividade de Educação Ambiental em trilha interpretativa, dois a três anos após sua realização. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.28, n.4, p. 395-401, 2006.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2 ed. Viçosa: UFV, 1994. 390p.

CRUZ, A.V.M; KAPLAN, M.A.C. Uso medicinal de espécies das famílias Myrtaceae e Melastomataceae no Brasil. **Floresta e Ambiente**, v.11, p.47-52, 2004.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, v.2, n.2, p.585, 2006.

CRUZ, C. D.; FERREIRA, F.M.; PESSONI, L. A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. 620p.

CRUZ-CASTILLO, J.G.; GANESHANANDAM, S.; MACKAY,B.R.; LAWES, G.S.; LAWOKO, C.R.O.O.; WOOLLEY,D.J. Applications of canonical discriminant analysis in horticultural research. **HortScience**, v.29, p.1115-1119, 1994.

CUTTER, E.G. **Anatomia vegetal**. Parte I - Células e tecidos. 2. ed. São Paulo: Roca, 1986. 304p.

DE-RAMOS, M.F.S.; DA MONTEIRO, S.S.; DA SILVA, V.P.; NAKAMURA, M.J.; SIANI, A.C. Essential oils from myrtaceae species of the Brazilian Southeastern maritime forest (Restinga). **Journal of Essential Oil Research**, v.22, p.109-113, 2010.

DE-CARVALHO, P. L. **Myrcia DC. ex Guill. (seção Myrcia, Myrtaceae) no Distrito Federal, Brasil**. 68 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade de Brasília, Brasília. 2008.

DIAS, B. F. S. Conservação da natureza no cerrado brasileiro. In: PINTO, M. N. (Org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília: UnB: SEMATEC, p.583-640, 1990.

DIEPPE, C.; OLIVEIRA, M. H. **Guardiões da terra e do céu**. Aerovisão, Brasília – DF, v.40, n.235, p. 18-23, 2013. Disponível em: <<http://www.prossiga.br/ottogottlieb>>. Acesso em: 21.03.2014.

DILLON, W. R.; GOLDSTEIN, M. **Multivariate data analysis: methods and applications**. New York: John Wiley e Sons, 1984.

DONATINI, R. **Estudo farmacognóstico e farmacológico de *Syzygium jambos* (L.) Alston**. 2003.107 f. Dissertação (Mestrado em Farmácia)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

DONATO, A.M.; MORRETES, B.L. Anatomia foliar de *Eugenia brasiliensis* Lam. (Myrtaceae) proveniente de áreas de restinga e de floresta. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.17, p.426-443, 2007.

EITEN, G. **Cerrado: Caracterização, Ocupação e Perspectivas**. In: Maria Novaes Pinto (Org). Brasília: Universidade de Brasília, 1990, p.12.

ELLIS, B.; DALY, D.C.; HICKEY, L.J.; JOHNSON, K.R.; MITCHELL, J.D.; WILF, P.; WING, S.L. **Manual of leaf architecture**. Ithaca, Cornell University Press. 2009. 190p.

FAHN, A. **Plant anatomy**. 4. ed. Oxford: Pergamon Press, 1990.

FARIA JÚNIOR, J. E. Q. **O gênero *Eugenia* L. (Myrtaceae) nos estados de Goiás e Tocantins, Brasil**. 2010. 250 f. Dissertação (Mestrado em Botânica)-Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

FARIAS, P., LIMA, F.; SANTOS, R., Cooperation in innovation activities: The importance of partners. **Research Policy**, v.39, p.1082-1092, 2010.

FAUTH, S.; CAMPOS, A.R.; SILVEIRA, E.R.; RAO, V.S. Efeitos de óleos essenciais de plantas no tempo de sono induzido por cetamina em camundongos. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 12,p. 112-113, 2002.

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

FERRI, M.G. **Vegetação brasileira**. Editora Itatiaia. v. 26, p.54-55, 1980.

FERREIRA, D.F. **Análise multivariada**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1996. 400 p.

FERREIRA, R. L. C.; SOUZA, A. L. Técnicas de análise multivariada aplicadas ao manejo florestal no Brasil. **Sociedade de Investigações Florestais**. Viçosa, MG: SIF, 1997. 21p. (Documento SIF, 14).

FERREIRA, E. A. **Anatomia quantitativa, micromorfologia e sensibilidade a herbicidas em genótipos de cana-de-açúcar**. 2005. 83 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

FONSECA, A.F.A.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C.D.; SAKAIYAMA N.S.; FERRÃO, M.A.G.; FERRÃO, R.G.; BRAGANÇA, S.M. Divergência genética em café conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.4, p.599-605, 2006.

FONTENELLE, G.B.; COSTA, C.G.; MACHADO, R.D. Foliar anatomy and micromorphology of eleven species of *Eugenia* L.(Myrtaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.115, p.111-133, 1994.

FRANCESCHI, V.R.; HORNER, H.T. Calcium oxalate crystals in plants. **Botanical Review**, v. 46, p.361-427, 1980.

FRANZON, R. C.; CAMPOS, L.Z.O.; PROENÇA, C.E.B.; SOUSA-SILVA, J.C. **Araçás do gênero *Psidium*: principais espécies, ocorrência, descrição e usos**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados. (Série Documentos, Embrapa). 2009. 47 p.

GARCÍA, M. D., FERNÁNDEZ, M. A., ALVAREZ, A., SAENZ, M. T. Antinociceptive and anti-inflammatory effect of the aqueous extract from leaves of *Pimenta racemosa* var. ozua (Myrtaceae). **J Ethnopharmacol**, v.91, p.69-73, 2004.

GARDONI, L. C. P.; ISAIAS, R. M. S.; VALE, F. H. A. Morfologia e anatomia foliar de três morfotipos de *Marcetia taxifolia* (A. St.-Hil.) DC. (Melastomataceae) na Serra do Cipó, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n.3, p.487-500. 2007.

GERHARDT, E. J.; FINGER, C.A.G, LONGHI, S.J.SCHUMACHER, M.V. Contribuição da análise multivariada na classificação de sítios em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze baseada nos fatores físicos e morfológicos do solo e no conteúdo de nutrientes da serapilheira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.2, p.41-57, 2001.

GIBSON, A. **Structure-function relations of warm desert plants**. Springer, 1996.

GODINHO, M. S; PEREIRA, R. O.; RIBEIRO, K. O. SCHIMIDT, F; OLIVEIRA, A.E. Classificação de refrigerantes através de Análises de imagens e Análises de componentes Principais (PCA). **Química Nova**, v. 31, p. 1485-1489. 2008.

GOEDERT, C.O. História e avanços em recursos genéticos no Brasil. In: NASS, L.L. **Recursos genéticos vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. p.23-60. 2007.

GOMES, D.M.S.; NEVES, L.J. Anatomia foliar de *Gomidesia spectabilis* (DC) Berg. e *Gomidesia nitida* (Vell.) Legr. (Myrtaceae). **Rodriguésia**, v.45/49, p.51-70, 1997.

GOMES, S.M.A.; SILVA, E.A.M.; LOMBARDI, J.A.; AZEVEDO, A.A., VALE, F.H.A. Anatomia foliar como subsídio à taxonomia de Hippocrateoideae (Celastraceae) no Sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.19, p. 945-961, 2005.

GOMES, S. M. A.; SOMAVILLA, N. S. D. N.; GOMES-BEZERRA, K.M.; MIRANDA, S.C.; DE-CARVALHO, P. S.; GRACIANO RIBEIRO, D. Anatomia foliar de espécies de Myrtaceae: contribuições à taxonomia e filogenia. **Acta Botanica Brasilica**. v.23, n.1, p.223-238, 2009.

GOODLAND, R. A.; FERRI, M. G. **Ecologia do Cerrado. Belo Horizonte: Reconquista do Brasil 5**. Itatiaia, 1972. 193p.

GOVAERTS, R.; SOBRAL, M.; ASHTON, P.; BARRIE, F.HOLST, B. K.; LANDRUM, L. L.; MATSUMOTO, K.; MAZINE, F. F.; LUGHADHA, E. N.; PROENÇA, C.; SOARES-SILVA, L. H.; WILSON, P; G.; LUCAS, E. **World Check-List of Myrtaceae.Facilitado pelo Royal Botanic Gardens**, Kew. Disponível em: <http://apps.kew.org/wcsp/>. Acessa em: 09/01/2014.

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

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v.4, p.9, 2001.

HANDRO, W.; CAMPOS, J. F.B. M.; OLIVEIRA, Z. M. Sobre a anatomia foliar de algumas Compostas dos Campos Rupestres. **Ciência e Cultura**, v.22, p.107-126, 1970.

HERENDEEN, P.S.; MILLER, R.B. Utility of wood anatomical characters in cladistic analyses. **IWA Journal**, v.21, p. 247-276, 2000.

HICKEY, L. J; TAYLOR, D.W. The leaf architecture of *Ticodendron* and the application of foliar characters in discerning its relationships. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.78, p.105-130. 1991.

IGLESIAS, J. O. V.; JUNQUEIRA, D. I.; RANDO, J. G.; MOURA, T. M. Listagem das Leguminosae - *Caesalpinioideae* no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás, Brasil. **Revista brasileira de Biociências**, v.9, n.4, p.421-427, 2011.

JAMES, S.A.; SMITH, W.K.; VOGELMANN, T.C. Ontogenetic differences in mesophyll structure and chlorophyll distribution in *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* (Myrtaceae). **American Journal of Botany**, n.86, p.198-207, 1999.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 4 ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998, 816 p.

JOLLIFFE, I. T. **Discarding variables in a principal component analysis. I: Artificial data.** *Journal of the Royal Statistical Society Series C - Applied Statistics*, London, v.21, n.2, p.160-173, 1972.

JOLLIFFE, I. T. Discarding variables in a principal component analysis. II: **Journal of the Royal Statistical Society Series C - Applied Statistics**, London, v.22, n.1, p.21-31, 1973.

JORGE, L. I. F. **Caracterização farmacobotânica e microscopia alimentar de seis espécies brasileiras de Myrtaceae Jussieu.** São Paulo, 1992. s.p. Dissertação (Mestrado em Fármaco e Medicamentos) Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. 1992.

JORGE, L.I.F.; AGUIAR, J.P.L.; SILVA, M.L. Anatomia foliar de pedra-hume-caá (*Myrcia sphaerocarpa*, *Myrcia guianensis*, *Eugenia punicifolia* - Myrtaceae. **Acta Amazonica**, v.30, p. 49-57, 2000.

JUDD, W.S.; CAMPBELL, C.S.; KELLOGG, E.A.; STEVENS, P.F. **Plant systematics a phylogenetic approach.** Sunderland, Sinauer Associates. 1999.

KAWASAKI, M.L. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Myrtaceae. **Boletim Botânico da Universidade de São Paulo**, v.11, p.127-170, 1989.

KEATING, R.C. Leaf histology and its contribution to relationships in the Myrtales. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.71, p.801-823, 1984.

KLINK, C.A; MACEDO, R.H; MUELLER, C.C. **De grão em grão o cerrado perde espaço. Cerrado: Impactos do processo de ocupação.** WWF/PRÓ-CER, Brasília-DF, Brasil. 1995, 66 p.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. Belo Horizonte, **Megadiversidade**, v.1, n.1, p. 148-155, 2005.

KLUCKING, E.P. **Leaf venation patterns. Stuttgart, Myrtaceae.** J. Cramer. v. 3, 1988.

KRAUS, J.E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal.** Seropédica: EDUR. 1997. 198p.

LANDRUM, L. R. *Campomanesia, Pimenta, Blepharocalyx, Legrandia, Acca, Myrrhimum,* and **Luma** (Myrtaceae). **Flora Neotropica**, v.5, p.1-179, 1986.

LANDRUM, L.R.; KAWASAKI, M.L. The genera of Myrtaceae in Brasil: na illustrated synoptic treatment and identification keys. **Brittonia**, v. 49, n. 4, p. 508-536, 1997

LANDRUM, L.R. A revision of the *Psidium salutare* complex (Myrtaceae). **Sida**, v.20, p. 1149-1469, 2003

LIMA JUNIOR, M. L. **Utilização de técnicas multivariadas na classificação de fases de crescimento da leucena,** 2006 (Dissertação de Mestrado). UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife. 2006.

LONGHI, S.J. **Agrupamento e análise fitossociológica de comunidades florestais na sub-bacia hidrográfica do rio Passo Fundo–RS**. 1997. 198p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1997.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. São Paulo: **Instituto Plantarum**, v.1, 352 p., 1992.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. **Instituto Plantarum**, Nova Odessa, Brasil; 2008. 384 p.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**. São Paulo: **Instituto Plantarum**, 2006. 640p.

LUCAS, E. J.; BELSHAM, S. R.; NIC LUGHADHA, E. M.; ORLOVICH, D. A.; SAKURAGUI, C. M.; CHASE, M. W.; WILSON, P. G. Phylogenetic patterns in the fleshy-fruited Myrtaceae: preliminary molecular evidence. **Plant Systematic and Evolution**, v.251, p.35-51. 2005.

LUCAS, E. J. Systematic studies in Neotropical Myrtaceae with an emphasis on *Myrcia* s.l. The evolution and biogeography of a large South American clade. **University Royal Botanic Garden**. 2007.

LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. **Statistical ecology: a primer on methods and computing**. New York: **John Wiley and Sons**. 1988.

MACHADO, R. D.; BARROS, C. F. Epidermis and epicuticular waxes of *Syagrus coronata* leaflets. **Canadian Journal of Botany**, v.73, p.1947-1952, 1995.

MACHADO, M.C. **O gênero *Discocactus Pfeiff.* (Cactaceae) no estado da Bahia, Brasil: variabilidade morfológica, variabilidade genética, taxonomia e conservação**. 2004. Dissertação (Mestrado). Feira de Santana, Universidade Estadual de Feira de Santana. 2004.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. São Paulo: IPT, 1989.

MALLO, F. **Análisis de componentes principales y técnicas factoriales relacionadas: teoría, computación y aplicaciones**. Leon: Universidad de Leon, 1985. 523p.

MANICA, I. **Frutas nativas, silvestres e exóticas** Porto Alegre: Cinco Continentes. 2000.

MANLY, B.F.J. **Multivariate statistical methods: a primer**. 2. ed. London: Chapman & Hall, 1997. 215p.

MARCHIORI, J. N. C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das Angiospermas: Myrtales**. Editora da UFSM: Santa Maria, 1997. 304p.

MARCUZZO, F.F.N.; OLIVEIRA, N. L.; PINTO FILHO, R.F.; FARIA, T.G. Chuvas na região Centro-Oeste e no Estado do Tocantins: análise histórica e tendência futura. **Boletim de Geografia**, v.30, n.1, p. 19-30. 2012.

MARDIA, K.V.; KENT, J.T.; BIBBY, J.M. **Multivariate analysis**. London: Academy Press, 1997. 117p.

MARTEL, J.H.I.; FERRAUDO, A.S.; MÔRO, J.R.; PERECIN, D. Estatística multivariada na discriminação de raças amazônicas de pupunheiras (*Bactris gasipaes* Kunth.) em Manaus. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-118, 2003.

MATOS, F. J. A. Farmácias vivas: sistema de utilização de plantas medicinais projetado para pequenas comunidades. 4. ed. **Rev. ampl.** Fortaleza: UFC, 2002. 267p.

MC VAUGH, R. Tropical American Myrtaceae. Notes on generic concepts and descriptions of previously unrecognized species. *Fieldiana: Botany*, v. 29, n.3, 1956.

MC VAUGH, R. The genera of American Myrtaceae: an interim report. **Taxon**, v.17, p.354-418, 1968.

MEDINA, A. L., HAAS, L. I. R., CHAVES, F. C., SALVADOR, M., ZAMBIAZI, R. C., DA SILVA, W. P., NORA, L.; ROMBALDI, C. V. Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) fruit extracts with antioxidant and antimicrobial activities and antiproliferative effect on human cancer cells. **Food Chemistry**, v.128, n.4, p.916-922, 2011.

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

MENDONÇA, R.C.; FILGUEIRAS, T.S.; FAGG, C.W. Análise Florística da Chapada dos Veadeiros. In: J.M. FELFILI, A.V. REZENDE; M.C. SILVA JR. (Eds.). **Biogeografia do Bioma Cerrado: Vegetação e Solos da Chapada dos Veadeiros**. Editora Universidade de Brasília/Finatec, Brasília, DF, p.119-237. 2007

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; JÚNIOR, M. C. S.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. **Flora vascular do bioma cerrado**. 2007. Disponível em: <[http://geofp.ibge.gov.br/documentos/recursos\\_naturais/levantamento](http://geofp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/levantamento)>. Acessado em 13/02/2014.

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: S.M. SANO, S.P. ALMEIDA; J.F. RIBEIRO, (ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. EMBRAPA-CPAC, Planaltina, p.417-1279, 2008.

METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons** - Leaves, stem, and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses. Oxford, Clarendon Press. 1950.

METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of dicotyledons**. Oxford: Clarendon Press. v.1, 1972

METCALFE CR, CHALK L. **Anatomy of dicotyledons**. 2. ed. Oxford: Clarendon Press, v.1. 1979

METCALFE, C.R. Secretary mineral substances - silica. In: METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. 2.ed. Oxford: Clarendon, v.2. p.82-94, 1983.

MIRANDA, H. S.; SAITO, C. H.; DIAS, B. F. S. (ed.). **Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga**. Brasília: UnB, Departamento de Ecologia, p.102-111, 2010.

MITTERMEIER, R.A.; ROBLES, P.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C.G.; LAMOREUX, J.; FONSECA, G.B. Hotspots Revisited: earth's biologically richest and most endangered ecoregions. **Conservation International**, Mexico City. 2005.

MORAES, T. M. S.; RABELO, G. R.; ALEXANDRINO, C. R.; SILVA-NETO, S.J, CUNHA, M. Comparative leaf anatomy and micromorphology of *Psychotria* species (Rubiaceae) from the Atlantic Rainforest. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n.1, p.178-190, 2011.

MOURÃO, K. S. M.; BELTRATTI, C. M. Morphology and anatomy of developing fruits and seeds of *Mammea americana* L (Cruciaceae). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v.60, n.4, p.15-25, 2000.

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

NASCIMENTO FILHO, F.J.; ATROCH, A.L.; SOUSA, N.R.; GARCIA, T.B.; CRAVO, M. S.; COUTINHO, E.F. Divergência genética entre clones de guaranazeiro. **Pesq. agropec. bras.**, v.36, n.3, p.501-506, 2001.

NEIMAN, Z. **Era verde?** Ecossistemas brasileiros ameaçados. 19. ed. São Paulo: Atual, 1989, 103 p.

NEWHAM, R. M. Cluster analysis: an application in forest management planning. **Forestry Chronicle**, Ottawa, v.68, n.5, p.628-633, 1992.

OLIVEIRA, F.; AKISUE, G. **Fundamentos de farmacobotânica**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2003.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; FONTES, M.A.L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, v.32, p.793-810, 2000.

OLIVEIRA, P.E. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: S.M. SANO, S.P.ALMEIDA; J.F. RIBEIRO (eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, EMBRAPA. p. 275-290, 2008.

OLIVEIRA, M.I.U., FUNCH, L.S., SANTOS, F.A.R.; LANDRUM, L.R. Aplicação de caracteres morfoanatômicos foliares na taxonomia de *Campomanesia* Ruiz & Pavón (Myrtaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v.25, n.1, p.455-465, 2011.

OLIVEIRA, V.B.; YAMADA, L.T.; FAGG, C.W.; BRANDÃO, M.G.L. Native foods from Brazilian diversity as a source of bioactive compounds. **Food Research International**, v.48, p.170-179, 2012.

PATEL, S. Exotic tropical plant *Psidium cattleianum*: a review on prospects and threats. **Rev. Environ. Sci. Biotechnol.**, v.11, p.243-248, 2012.

PAULA, J.A.M.; PAULA, J.R.; BARA, M.T.F.; REZENDE, M.H.; FERREIRA, H.D. Estudo farmacognóstico das folhas de *Pimenta pseudocaryophyllus* (Gomes) L.R. Landrum Myrtaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, p.265-278, 2008.

PAVIANI, T.I. Anatomia vegetal e cerrado. **Ciência e Cultura**, v.30, p.1077-1086. 1978.

PEREIRA, C.K.P. **Estudo químico e atividades microbiológicas de espécies do gênero *Psidium* (Myrtaceae)**. 2010. 120p. Dissertação (Mestrado). Universidade Regional do Cariri-Ceará, 2010.

PROENÇA, C.E.B. A revision of *Siphoneugena* Berg (Myrtaceae, Myrteae). **Edinburgh Journal of Botany**, v.47, p.239-271, 1990.

PROENÇA, C. E. B; **The reproductive biology and taxonomy of the Myrtaceae of the Distrito Federal (Brasil)**. Saint Andrew: University of St. Andrews. 1991. 28p.

PROENÇA, C. E. B. Listagem comprovada das Myrtaceae do Jardim Botânico de Brasília. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v. 1, p. 9-26, 1994.

PROENÇA, C.E.B.; GIBBS, P.E. Reproductive biology of eight sympatric Myrtaceae from Central Brasil. **New Phytologist**, v.126, p.343-354, 1994.

PROENÇA, C. E. B.; OLIVEIRA, R. S.; SILVA, A.P. **Flores e frutos do Cerrado**. 2.ed. Brasília, DF: Rede de sementes do Cerrado, 2006. 226p.

R DEVELOPMENTS CORE TEAM. **R. A Language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. 2008.

REIS, E. **Estatística multivariada aplicada**. Lisboa, 1997.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: S.M. SANO, S.P. ALMEIDA; J.F. RIBEIRO, EDS. **Cerrado: ecologia e flora**. EMBRAPA-CPAC, Planaltina, p.151-212, 2008.

RIBEIRO, J.F., S.M. SANO E J.A. DA SILVA. **Chave preliminar de identificação dos tipos fisionômicos da vegetação do Cerrado**. In: Anais do XXXII Congresso Nacional de Botânica. Sociedade Botânica do Brasil, Teresina, Brasil. p.124-133, 1981.

ROCHA, I.R.D.; CAVALCANTI, R.B.; FILHO, J.S.M.; KITAYAMA, K. **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Maria Novaes Pinto (Org). Brasília: UnB, 1990, p. 390.

RODRIGUES, L. S.; ANTUNES, I. F.; TEIXEIRA, M. G.; SILVA, J. B. Divergência genética entre cultivares locais e cultivares melhoradas de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.9, p.1275-1284, 2002.

ROSANE, D.E.; COUTO, F.A. **Cultura da goiabeira: tecnologia e mercado**. Viçosa: UFV. 2003.

ROSSATO, D.R.; TONIATO, M.T.Z.; DURIGAN. Flora fanerogâmica não-arbórea do cerrado na Estação Ecológica de Assis, estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v.31, p.409-424, 2008.

SANO, S. M; ALMEIDA, S. P; RIBEIRO, J. F. **Ecologia e flora**. Brasília: EMBRAPA, v.1, p.152-212. 2007.

SANTOS, S. R. **Contribuição ao estudo anatômico das Mytaceae nativas no Rio Grande do Sul. 2012. 142p**. Tese (doutorado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – UFSM. 2012

SATO, M. N.; MIRANDA, H. S. Mortalidade de plantas lenhosas do cerrado sensu stricto submetidas a diferentes regimes de queima. In: MIRANDA, H. S; SAITO, C. H.; DIAS, B. F. S. (ed.). **Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga**. Brasília: UnB, Departamento de Ecologia, p.102-111, 1996.

SCHEEREN, L. W.; FINGER, C. A. G. Efeito dos elementos químicos do solo e da copa no crescimento em altura de *araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., na região de Canela, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, n.29,1998.

SILVA JÚNIOR, M.C. **100 Árvores do cerrado: guia de campo**. Brasília: Ed. Rede de sementes do cerrado, 2005. 278p.

SILVA, A. S. **Delimitação taxonômica e variabilidade genética de *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. e *Paspalum biciliium* Mez (Poaceae, Paspaleae)**. 2013, 67p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

SILVA, D. B.; SILVA, J. A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Frutas do cerrado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 179p

SILVA, F.A.M.; ASSAD, E.D.; EVANGELISTA, B.A. Caracterização Climática do Bioma Cerrado. In: **Cerrado: Ecologia e Flora**, v.1. Embrapa, Brasília-Df. 2008. 406p.

SILVA, R. S. M.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V. Caracterização de frutos e árvores de cagaita (*Eugenia Dysenterica* Dc.) No sudeste do estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal -SP, v. 23, n. 2, p. 330-334, 2001

SILVA, J.M.C.; J.M. BATES. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. **BioScience**, v.52, p.225-233, 2002.

SILVA, L. O.; COSTA, D. A., FILHO, K. E. S., FERREIRA, H. D.; BRANDÃO, D. Levantamento florístico e fitossociológico em duas áreas de Cerrado sensu stricto no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. **Acta botânica brasílica**, v.16, n.1, p.43-53, 2002.

SIQUEIRA, AS. Alometria de *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) em diferentes fisionomias do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas. GO. **Biota Neotropica**, v.6, n.03, p. 01-06, 2006.

- SIQUEIRA-NUNES A, MARTINS MBG Estudo anatômico de folhas de *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Myrtaceae). **Revista Biociências**, v.16, p.116-122, 2010.
- SIVIERO, A.; DELUNARDO, T.A.; HAVERROTH, M.; OLIVEIRA, L.C.; MENDONÇA, A.M.S. Plantas medicinais em quintais urbanos de Rio Branco, Acre. **Revista brasileira de plantas medicinais**, v.14, n.4, p.598. 2012.
- SNEATH, P. H.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy: The Principles and Practice of numerical classification**. San Francisco: W.H. Freeman, 1973. 573p.
- SOARES-SILVA, L. H.; PROENÇA, C. E. B. A new species of *Psidium* L. (Myrtaceae) from southern Brazil. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.158, p.51-54, 2008.
- SOARES-SILVA, L.H. A família Myrtaceae da APA de Cafuringa In: **APA de Cafuringa a última fronteira natural do DF**. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Brasília-DF, p.1-16, 2006.
- SOBRAL, M. **A família Myrtaceae no Rio Grande do Sul**. Unisinos, São Leopoldo. 2003. 215p.
- SOBRAL, M.; PROENÇA, C.; SOUZA, M.; MAZINE, F.; LUCAS, E. Myrtaceae In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2010. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB010853>. Acesso em: 12/01/2014.
- SOBRAL, M.; PROENÇA, C.; SOUZA, M.; MAZINE, F.; LUCAS, E. Myrtaceae In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2013. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB171/>. Acesso em: 17/ 12/ 2013).
- SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxon**, v.11, p. 30-40, 1962.
- SOLEREDER, H. **Systematic anatomy of the dicotyledons: a handbook for laboratories of pure and applied botany**. Oxford: Clarendon Press, 1908. 1182 p.
- SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2008. 704p.
- SOUZA, E. N. F. **Filogeografia de *Tapura amazonica* (Dichapetalaceae) na Amazônia e no Cerrado**. 2012. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade de Brasília, 2012.
- STATSOT. *STATISTICA*. StatSot, Tulsa. 1997.
- TANTAWY, M. E. Morpho-anatomical study on certain taxa of Myrtaceae. **Asian J.Plant Sci.**, v.3, n.3, p.274-85, 2004.
- VILAR, J. S.; SILVA, A. C. A.; COELHO, M. R.; SILVA, A. L. G.; SABAA-SRUR, A. U. O. Potencial nutritivo de frutos de pitangão (*Eugenia neonitida*, SOBRAL). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.8, n.3, p.536-538, 2006.

VOSS-RECH, D.; KLEIN, C.S.; TECHIO, V.H.; SCHEUERMANN, G.N.; RECH, G.; FIORENTIN, L. Antibacterial activity of vegetal extracts against serovars of *Salmonella*. **Ciência Rural**, v.41, p. 314-320, 2011.

WALDHOFF, D.; FURCH, B. Leaf morphology and anatomy in eleven tree species from Central Amazonian floodplains (Brazil). **Amazoniana Kiel**, v.17, p.79-94, 2002.

WALTER, B.M.T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. 2006. 389p. Tese (Doutorado) Universidade de Brasília, Brasília. 2006.

WATANABE, M.T.C. **Análise morfométrica e variabilidade morfológica em populações de *Syngonanthus nitens* (Bong.) Ruhland (Eriocaulaceae)**. 2009. 72p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas-Botânica). Universidade de São Paulo. 2009.

WATSON, L.; DALLWITZ, M.J. **The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval**. 2007.

WHEELER, E.A.; BAAS, P. A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. **IAWA Bulletin**, v.12, p.275-332, 1991.

WILSON, P. G.; O'BRIEN, M. M.; HESLEWOOD, M. M.; QUINN, C. J. Relationships within Myrtaceae sensu lato based on a *mat* K phylogeny. **Plant Systematic and Evolution**, v.251, p.13-19, 2005.

WILSON, P.G.; O'BRIEN, M.M.; GADEK, P.A.; QUINN, C.J. Myrtaceae Revisited: A Reassessment of Intrafamilial Groups. **American Journal of Botany**, v.8, n.11, p.013-2025, 2001.