



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu



CARACTERÍSTICAS DA MICROMORFOLOGIA E ANATOMIA FOLIAR DE *NISSOLIA* JACQ. (LEGUMINOSAE, PAPILIONOIDEAE)

Vitória Floss da Veiga

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Biociências, Câmpus de Botucatu, UNESP, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica), Área de concentração *Morfologia e Diversidade Vegetal*.

BOTUCATU – SP

2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Julio de Mesquita Filho”

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS DE BOTUCATU

CARACTERÍSTICAS DA MICROMORFOLOGIA E DA ANATOMIA FOLIAR NA
TAXONOMIA DE *NISSOLIA JACQ.* (LEGUMINOSAE, PAPILIONOIDEAE)

Vitória Floss da Veiga

Orientadora: Dr^a. Prof^a Silvia Rodrigues Machado
Co-orientadora: Dr^a. Prof^a Ana Paula Fortuna Perez

Dissertação de mestrado apresentada
ao Instituto de Biociências, Câmpus
de Botucatu, UNESP, para obtenção
do título de Mestre no Programa de
Pós-Graduação em Ciências
Biológicas (Botânica), Área de
concentração *Morfologia e*
Diversidade Vegetal.

BOTUCATU – SP

2021

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Veiga, Vitória Floss da.

Características da micromorfologia e da anatomia foliar na taxonomia de *Nissolia Jacq.* (Leguminosae, Papilionoideae) / Vitória Floss da Veiga. - Botucatu, 2021

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Silvia Rodrigues Machado

Coorientador: Ana Paula Fortuna Perez

Capes: 20302037

Botânica - Morfologia. 2. Estômatos. 3. Ciências biológicas. 4. Leguminosa.

Palavras-chave: Cera epicuticular; Estômatos; Idioblasto de mucilagem; Superfície foliar; Tricoma não-glandular.

“Dedico esse trabalho às mulheres que lutaram e lutam para que tenhamos liberdade, igualdade e ciência feita por mulheres.”

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento Profissional de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

À **Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”**, Campus de Botucatu, e ao **Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Botânica)**, pela estrutura e oportunidade.

À **Profª. Drª. Silvia Rodrigues Machado** pela orientação, ensinamentos e por todo acolhimento e confiança neste período; e também por fazer eu me apaixonar ainda mais pela anatomia vegetal.

À **Profª. Drª. Ana Paula Fortuna Perez** pela co-orientação, empréstimo do material analisado e auxílio nas análises taxonômicas.

À minha irmã científica **Karla de Deus Bento**, pelo carinho, apoio, acolhimento, ensinamentos e ajuda por toda essa trajetória; obrigada por segurar minha mão e me fazer voar.

À **Isabella Cristina de Castro**, pelo companheirismo, amor, suporte e me incentivar a lutar pelos meus sonhos.

À **Diana Pacheco Seixas**, pelo acolhimento, amizade, por todos os ensinamentos anatômicos e da vida.

Aos **colegas do LaPAV** (Laboratório de Pesquisas em Anatomia Vegetal), Daiane Maia, Tayeme Piva, Fernanda Helena, Stefany Cristina, pela amizade, agradável convívio e por todo auxílio e ensinamentos de técnicas em anatomia vegetal.

Aos funcionários do **Centro de Microscopia Eletrônica**, Unesp – Botucatu, pelo processamento das amostras e auxílio com as técnicas em microscopia.

Aos meus pais, **Beatriz Floss da Veiga** e **Arnaldo Moraes da Veiga** e minha **Avó Maria**, por toda a confiança, compreensão e apoio durante este processo, sem eles esta realização não seria possível.

À minha **gata Cacília**, pela companhia, afeto e distração nos bons e maus momentos.

Ao **Adriano Diego Zortea**, pelo amor, cuidado, companheirismo e ajuda na edição das pranchas.

Ao **Rubens Teixeira de Queiroz**, pelo empréstimo do material fotográfico.

E a todos que por ventura não tenha citado e que me ajudaram de maneira direta ou indiretamente, me apoiado para que esse processo fosse mais agradável e produtivo.

Agradeço!!

SUMÁRIO DE FIGURAS E TABELA

	Página
Figura 1- Aspecto geral de um exemplar de <i>Nissolia vincentina</i>	37
Figura 2 – Micromorfologia das superfícies foliolas de <i>Nissolia acutifolia</i> e <i>N. bracteosa</i>	38
Figura 3 – Micromorfologia das superfícies foliolas de <i>Nissolia brasiliensis</i> e <i>N. chacoensis</i>	39
Figura 4 – Micromorfologia das superfícies foliolas de <i>Nissolia fruticosa</i>	40
Figura 5 – Micromorfologia das superfícies foliolas de <i>Nissolia fruticosa</i> var. <i>guatemalensis</i> e <i>N. gentryi</i>	42
Figura 6 – Micromorfologia das superfícies foliolas de <i>Nissolia hintonii</i> e <i>N. klugii</i>	44
Figura 7 – Micromorfologia das superfícies foliolas de <i>Nissolia latisiliqua</i> e <i>N. laxior</i>	46
Figura 8 – Micromorfologia das superfícies foliolas de <i>Nissolia longiflora</i> e <i>N. microptera</i>	48
Figura 9 – Micromorfologia das superfícies foliolas de <i>Nissolia leiogyne</i> e <i>N. montana</i>	50
Figura 10 – Micromorfologia das superfícies foliolas de <i>Nissolia nigricans</i> e <i>N. platycarpa</i>	52
Figura 11 – Micromorfologia das superfícies foliolas de <i>Nissolia platycalyx</i> e <i>N. pringlei</i>	54
Figura 12 – Micromorfologia das superfícies foliolas de <i>Nissolia rondonensis</i> e <i>N. vincentina</i>	56
Figura 13 – Micromorfologia das superfícies foliolas de <i>Nissolia schottii</i> e <i>N. tomentosa</i>	58
Figura 14 – Micromorfologia das superfícies foliolas de <i>Nissolia wislizeni</i>	59

Figura 15 – Secções transversais do folíolo de <i>Nissolia acutifolia</i> , <i>N. blanchetiana</i> , <i>N. bracteosa</i> e <i>N. brasiliensis</i>	60
Figura 16 – Secções transversais do folíolo de <i>Nissolia chacoensis</i> , <i>N. fruticosa</i> e <i>N. fruticosa</i> var. <i>guatemalensis</i>	61
Figura 17 – Secções transversais do folíolo de <i>Nissolia gentry</i> , <i>N. hintonii</i> , <i>N. klugii</i> e <i>N. liogyne</i>	62
Figura 18 – Secções transversais do folíolo de <i>Nissolia longiflora</i> , <i>N. montana</i> , <i>N. platycarpa</i> e <i>N. pringlei</i>	63
Figura 19 – Secções transversais do folíolo de <i>Nissolia rondonensis</i> , <i>N. tomentosa</i> e <i>N. wislizeni</i>	64
Figura 20 - Fenograma dos caracteres dos folíolos de táxons pertencentes ao gênero <i>Nissolia</i> Jacq.	28
Figura 21 - Análise de Componentes Principais (eixos 1 e 2) baseada em 18 UTOs e caracteres informativos usados para delimitar táxons pertencentes ao gênero <i>Nissolia</i>	29
Figura 22 - Análise de Componentes Principais (eixos 1 e 3) baseada em 18 UTOs e caracteres informativos usados para delimitar táxons pertencentes ao gênero <i>Nissolia</i> Jacq.....	30
Tabela 1 - Táxons de <i>Nissolia</i> Jacq., distribuição geográfica, habitat e voucher	15
Tabela 2 - Lista de caracteres micromorfológicos e anatômicos, estados de caracteres analisados e códigos usados nas análises fenéticas.....	19
Tabela 3 - Caracteres da anatomia foliar de 26 espécies do gênero <i>Nissolia</i> Jacq.....	25

SUMÁRIO

	Página
ABSTRACT	12
INTRODUÇÃO.....	13
MATERIAL E MÉTODOS.....	15
Material botânico	15
Estudos de micromorfologia de superfície.....	18
Estudos anatômicos.....	18
RESULTADOS	20
Micromorfologia das superfícies foliulares.....	20
Anatomia do limbo foliolar	23
Epiderme	23
Mesofilo	24
Sistema Vascular	24
DISCUSSÃO	32
CONCLUSÕES	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

RESUMO

Nissolia Jacq., alocado no clado *Adesmia* (Leguminosae: Papilionoidae: Dalbergieae) é composto por 29 espécies distribuídas nas Américas e seu centro de distribuição é o México. A diversidade de estruturas secretoras, tais como epiderme glandular, idioblastos, canais e cavidades secretoras, além de tricomas glandulares é reportada nos gêneros que integram o clado *Adesmia* e a importância da combinação de caracteres da micromorfologia de superfície e da anatomia foliar como fontes adicionais em estudos taxonômicos tem sido ressaltado em Leguminosae. Neste sentido, foram analisadas a micromorfologia de superfície e a anatomia foliolar de representantes de *Nissolia*, a fim de reconhecer potenciais caracteres anatômicos úteis para taxonomia, corroborando na identificação dos táxons do gênero, além de apontar características associadas com o ambiente de ocorrência dos táxons. Adicionalmente, análises fenéticas (UPGMA e PCA) foram utilizadas para verificar padrões de variação anatômica dentre os táxons estudados. Para isso, amostras obtidas de exsicatas provenientes de coleções brasileiras e herbários estrangeiros foram processadas seguindo métodos usuais em microscopia de luz e eletrônica de varredura. Características das superfícies foliolares como ceras epicuticulares em forma de placas, cutícula estriada, tricomas glandulares peltados, tricomas não-glandulares simples e estômatos com borda estomática espessa e elevada sobre a fenda estomática foram comuns a todos os táxons estudados. Do rol de 24 táxons estudados, 23 apresentaram folhas dorsiventrais, com um táxon isofacial; 17 foram hipostomáticos e oito anfiestomáticos. Nervura principal proeminente na face dorsal, estômatos com cristas estomáticas e câmaras supra e subestomática desenvolvidas, epiderme unisseriada, células da epiderme bi-compartimentada e com idioblastos secretores de mucilagem; feixes vasculares colaterais e com extensão de bainha parenquimática em direção à superfície adaxial ou ambas às superfícies foliolares. Os idioblastos ocorreram em ambas as superfícies foliares, contudo foram mais abundantes na superfície adaxial, onde são mais volumosos, com paredes primárias espessas e formato variando de oval a cônico. As análises de agrupamento (UPGMA e PCA) efetuadas com base dos caracteres micromorfológicos e anatômicos, evidenciaram que as espécies de *Nissolia* se enquadram em dois grandes grupos e em cada um destes grupos mais dois agrupamentos foram estabelecidos. Caracteres úteis para delimitação desses grupos, foram número de camadas do parênquima paliçádico, posição dos tricomas e idioblastos na face abaxial. Em conclusão, alguns dos caracteres anatômicos da folha, por exemplo, tricomas não-glandulares, estômatos com anel periestomático, células epidérmicas papiliformes e idioblastos secretores de mucilagem, constituem características principais para o agrupamento das espécies, enquanto a presença de ceras em placas, tricomas glandulares, cristais prismáticos de

oxalato de cálcio e extensão da bainha do feixe podem ser usados para delimitar táxons dentro do gênero.

Palavras-chave: cera epicuticular, estômatos, idioblasto de mucilagem, superfície foliar, tricoma glandular, tricoma não-glandular.

ABSTRACT

The genus *Nissolia* Jacq., classified within the clade Adesmia (Leguminosae: Papilionoidae: Dalbergieae) is composed of 29 species distributed throughout the Americas and the distribution center is Mexico. A great diversity of secretory structures, such as the glandular epidermis, idioblasts, secretory canals and cavities, alongside glandular trichomes, is reported in the genera that integrate the Adesmia clade. The importance of combining characters of surface micromorphology and leaf anatomy as additional sources for taxonomic research has been repeatedly highlighted while studying Leguminosae. In this sense, we analysed both the surface micromorphology and leaflet anatomy of representatives of *Nissolia*, in order to recognise anatomical characters potentially useful for taxonomy, to corroborate the identification of different taxa in the genus, as well as to point out characteristics associated with the environment where each species occur. Additionally, we used phenetic analysis (UPGMA and PCA) in order to verify variation patterns amongst the species whose anatomy we studied. For that, samples obtained from exsiccates from several Brazilian and foreign collections and herbariums were processed following usual methods in light and electron microscopy. Several characters on the foliole surface, such as plate-shaped epicuticular wax, striated cuticle, peltate glandular trichomes, simple non-glandular trichomes, and stomata with thickened stomatal border, elevated above the stomatal slit, were common to all studied taxa. From a variety of 24 studied taxa, 23 bore dorsiventral leaves, only one taxon being isofacial; 17 were hypostomatic and 8 amphistomatic. Prominent main rib on dorsal surface, stomata with well-developed stomatal ridges and sub and suprastomatal chambers, uniseriate epidermis, bi-compartmented epidermal cells with mucilage-secreting idioblasts; collateral vascular bundles, with extensions of the parenchyma sheath towards either both surfaces, or only towards the adaxial one. Idioblasts occurred on both leaf surfaces, being more abundant on the adaxial surface, where they were larger in volume, with thick primary walls and presenting shapes varying from oval to conic. The cluster analyzes (UPGMA and PCA) carried out based on the micromorphological and anatomical characters, show that the *Nissolia* species fall into two large groups and in each of these groups two more groups were created. Useful characters for the delimitation of these groups were the number of layers of the palisade parenchyma, position of

the trichomes and idioblasts on the abaxial surface. In conclusion, some of the leaf anatomic characters – non-glandular trichomes, stomata with peristomatic rings, papilliform epidermal cells, and mucilage-secreting idioblasts, for instance – constitute the main characteristics for the classification and grouping of species, while the presence of plate-shaped wax, glandular trichomes, prismatic calcium oxalate crystals and extension of the bundle sheath, might be used to delimit taxa within the genus.

Keywords: epicuticular wax, stomata, mucilage idioblasts, leaf surface, glandular trichome, non-glandular trichome

INTRODUÇÃO

Nissolia Jacq. está incluído no clado *Adesmia* da tribo *Dalbergieae sensu* Klitgaard e Lavin (2005), família *Leguminosae* Juss. (=Fabaceae Lindl.), e congrega 29 espécies escandentes. O gênero possui o México como principal centro de diversidade. Contudo, espécies deste gênero ocorrem desde o sul dos estados do Arizona e Texas (EUA) até o Paraguai e sul da Argentina (Rudd, 1956, 1958). Representantes de *Nissolia* estão presentes em locais úmidos e abertos como bordas de bosques, margens de barrancos, margens de estradas, morros cobertos com vegetação florestal, encostas mais baixas de montanhas, de cânions, margens de arroios (cursos de água naturais ou artificiais que ligam córregos e rios), chãos de vales arenosos, em locais secos e sombreados, áreas antropizadas (Rudd, 1956, 1958; Fortuna-Perez et al., 2021). Recentemente, *Nissolia* teve sua circunscrição genérica ampliada para incluir todos os táxons de *Chaetocalyx* D.C (Moura et al., 2018), e com isto aumentou a problemática na delimitação precisa das espécies atualmente aceitas de *Nissolia*.

Os caracteres morfológicos, principalmente os relacionados aos frutos, flores e folhas têm sido utilizados para separação dos táxons de *Nissolia* (Fig. 1) (Moura et al., 2018; Silva et al., 2021; Fortuna-Perez et al., 2021). Contudo, alguns destes caracteres não têm sido suficientes para a delimitação precisa dos táxons deste gênero, como um exemplo pode-se citar *Nissolia fruticosa* e *N. fruticosa* var. *guatemalensis*, que são separados apenas por características do formato das folhas. A dificuldade na separação dos táxons de *Nissolia* fica evidente na quantidade de material sem identificação ou com identificação errônea encontrado nos herbários nacionais e estrangeiros (Fortuna-Perez comunicação pessoal).

Características micromorfológicas, principalmente das folhas, têm apresentado um papel importante na resolução de problemas taxonômicos, especialmente em níveis genéricos e

infragenéricos (Ferreira et al., 2021). Além da micromorfologia de superfícies, a conjunção de caracteres anatômicos e estruturas secretoras foliares tem contribuído significativamente para elucidar relacionamentos de táxons em Leguminosae (Vargas et al., 2018). As características anatômicas reportadas nas folhas de Leguminosae incluem epiderme unisseriada, células epidérmicas com formato variando de retangulares a papiliformes, estômatos em ambas as superfícies com predominância de folhas hipoestomáticas, aparelho estomático anomocítico e paracítico, mesofilo dorsiventral com número variável de estratos celulares e feixes vasculares colaterais (Solereeder, 1908; Metcalfe e Chalk, 1950; Watson, 1981; Francino, 2006; Teixeira e Gabrielli, 2006; Coutinho et al., 2016; Mendes et al., 2019; Seixas et al., 2019; Goswami et al., 2020; Panda et al., 2020; Tiago et al., 2020). Estruturas secretoras em leguminosas têm sido relatadas há mais de 100 anos por Solereeder (1908), como os “sacos de tanino com conteúdo marrom”, canais e cavidades, nectários extraflorais e florais, osmóforos e idioblastos em diferentes gêneros de Papilionoideae (Bentham, 1860; Turner, 1986; Lersten e Brubaker, 1987; Teixeira et al., 2000; Sartori e Tozzi, 2002; Marquifável et al., 2009; Teixeira e Rocha, 2009; Fortuna-Perez et al., 2012; Marinho et al., 2013; Marinho et al., 2016; Palermo et al., 2017; Silva et al., 2018; Mendes et al., 2019; Tiago et al., 2020) e tricomas secretores (Marinho et al., 2016; Vargas et al., 2018).

Estruturas secretoras no clado *Adesmia* aparecem como caracteres importantes e diferentes tipos de estruturas já foram registradas, tais como: tricomas glandulares, epiderme glandular, idioblastos, canais e cavidades secretoras (Solereeder, 1908; Metcalfe e Chalk, 1950, 1979, 1983; Pyykkö, 1966; Elias, 1972; Kothari e Shan, 1975; Fahn, 1979; Lersten e Brubaker, 1987; Gregory e Baas, 1989; Lersten e Curtis, 1993; Alves, 2006; Fortuna-Perez, 2005, 2013, 2021). Em *Nissolia* a presença de tricomas glandulares, com coloração amarelada, em folhas e sépalas foi relatada na revisão do gênero por Rudd (1956, 1958), e idioblastos secretores mucilaginosos na epiderme foram encontrados em algumas espécies do gênero (Fortuna-Perez et al., 2021).

O trabalho mais recente sobre a circunscrição de *Nissolia* com a inclusão de dados anatômicos foi realizado por Fortuna-Perez et al. (2021) que abordou 10 espécies com foco nas estruturas secretoras. No entanto, permanece uma lacuna de informação sobre a anatomia do gênero principalmente com relação à caracterização detalhada da micromorfologia de superfícies e anatomia de folhas.

Objetivo

O trabalho teve como objetivo levantar caracteres anatomicos que podem ser potencialmente informativos para a taxonomia do gênero *Nissolia*.

MATERIAL E MÉTODOS

Material botânico

Os estudos micromorfológico e anatômico foram conduzidos em amostras de 24 táxons de *Nissolia* provenientes de herbários nacionais e estrangeiros (Tabela 1).

Foi analisado o segundo par de folíolos (a contar do folíolo apical) retirado de folhas completamente expandidas de exemplares herborizados. De cada espécie foram amostradas, no mínimo, três exsicatas. As amostras foram retiradas do terço mediano do limbo foliolar e processadas para as análises de micromorfologia de superfície e anatomia.

Tabela 1. Táxons de *Nissolia* Jacq. estudados, distribuição geográfica, habitat e voucher.

Táxons	Distribuição	Habitat	Voucher
<i>Nissolia acutifolia</i> (Vogel) T. M. Moura & Fort.Perez	Brasil	Área Antrópica, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial)	BOTU 32673 H. M. Souza S/N 22/03/1968
			BOTU6778 D.C. Daly et al. 29/05/1991 BOTU 28191 H.M. Souza 22/03/1968
<i>Nissolia blanchetiana</i> (Benth.) T. M. Moura & Fort.Perez	Brasil	Área Antrópica, Caatinga (stricto sensu), Campo Rupestre, Cerrado (lato sensu), Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual	BOTU G. Hatschbach et al. 77829 15/04/2004 K 2892 J.S. Blanchet et al. 1838 K 6585 L. Coradin et al. 07/071973
<i>Nissolia bracteosa</i> (Rudd) T. M. Moura & Fort.Perez	Brasil	Caatinga (stricto sensu), Cerrado (lato sensu)	K D. Cardoso et al. 2646 03/05/2009 MBM G. Hatsschbach et al. 26/03/1976
<i>Nissolia brasiliensis</i> (Vogel) T. M. Moura & Fort.Perez	Argentina, Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Guatemala, México, Paraguai, Peru, Suriname e Trindade	Área Antrópica, Campo Rupestre, Cerrado (lato sensu), Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), Floresta Ombrófila Mista	BOTU 32701 C. A. Pott 15077 22/03/2008 MBM 11551 A.Shimini e C. Quarín 25/05/1975 NY 558 A.R.S Oliveira et al. 09/06/1995
<i>Nissolia chaecoensis</i> (Vanni) T. M. Moura & Fort.Perez	Bolívia e Paraguai	Semi-árido e Frio de montanha	NY 2283 A. Fruntes et al. 12/02/1998

<i>Nissolia fruticosa</i> Rudd	Brasil, Colômbia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicarágua e Venezuela	Floresta ciliar secundária ou galeria, Floresta de terra firme, Solo arenoso vermelho, Solo seco	MBM 346160 20/02/1998 MBM 31380 A.L. Cabrera et al. 09/11/1980 MBM G.C Lennon 128 13/07/1994
<i>Nissolia fruticosa</i> var. <i>guatemalensis</i> (Rose) Rudd	Bolivia, Guatemala, America central, El Salvador, Equador e Paraguai	Áreas abertas e Aridas, Boque ribeirinho, Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme	German Caity Lero, 128 03/07/1994
<i>Nissolia gentryi</i> Rudd	México	Floresta Decídua Tropical	A.L. Reina 98- 270, T. R. Van Devender, T. F. Daniel, G. M. Ferguson, B. J Skye. 17/03/1998
<i>Nissolia hintonii</i> Sandwith	México	Solo arenoso, Solo rochoso (basalto)	K G. B. Hinton 3335 México, San Lucas de Matriz 03/02/1933
<i>Nissolia latisiliqua</i> (Poir.) T. M. Moura & Fort.Perez	Colômbia, Costa Rica, Equador e Panamá	Floresta ciliar secundária ou galeria, Floresta de terra firme, Solo arenoso vermelho, Solo seco	NY P. C. D. Cazalet 5252 02/11/1961 NY L.A. Escobar 15/05/1979 NY G.P Lewis et al. 2354 30/05/1996
<i>Nissolia klugii</i> (Rudd) T. M. Moura & Fort.-Perez	Brasil, Equador e Peru	Área Antrópica, Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial)	NY N. Jaramilho et al. 251 02/08/1994 NY 6778 D.C. Dally et al. 29/05/1991 NY 1937 J. Schunke 08/05/1967
<i>Nissolia laxior</i> (B.L.Rob.) Rose	México	Pradaria, Estepe subdesertico, Floresta tropical, Savana e Vegetação de deserto	M R. Torres C. 6747, Abisa Garcia M. 10/06/1985.
<i>Nissolia longiflora</i> (Benth. ex A. Gray), T. M. Moura & Fort.Perez	Brasil e Bolívia	Borda de mata, Margem de rodovia, Mata secundária	BOTU Campos, C.J 16- 25574, Botucatu/SP 25/05/1974 BOTU P.L. Roth 1934 13/06/1956 BOTU Andrade-Lima 6435 22/10/1971
<i>Nissolia leiogyne</i> Sandwith	México	Vegetação de montanha, Floresta decidual	Rogers McVaugh, 18052
<i>Nissolia microptera</i> Poir.	México	Áreas abertas, Floresta tropical caducifólia	NYBG Phill Jenkins et al. 9468 19/08/1994

<i>Nissolia montana</i> Rose	México	Canyons, Vegetação sobre árvores	M 0177075 Zigegangen V. H 1907 13/10/----
		Área Antrópica, Caatinga (stricto sensu), Campinarana, Campo de Altitude, Campo de Várzea, Campo Limpo, Campo Rupestre, Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Perenifólia, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), Floresta Ombrófila Mista, Manguezal, Palmeiral, Restinga, Savana Amazônica, Vegetação Aquática, Vegetação Sobre Afloramentos Rochosos	FLOR 22200 Daniel B. Falkenberg et al. 32 20/12/1982 NY R. Vanni et al. 2955 17/12/1991 MBM G. Hatschbach 28470 13/12/1971
<i>Nissolia nigricans</i> (Burkart) T.M.Moura & Fort.Pere	Argentina, Brasil e Uruguai		
<i>Nissolia platycalyx</i> S.Watson	Estados Unidos e México	Canyons	NY M. C. Johnston et al. 11028 16/05/1973 NY R. de michel et al. 2671 22/05/1995 M. 0233697 Zugegangen 30/08/1903
<i>Nissolia platycarpa</i> Benth.	México	Planícies de argila calcária, sobrepondo outros estratos vegetais	
<i>Nissolia pringlei</i> Rose	México	Pradaria, Estepe subdesertico, Floresta tropical, Savana e Vegetação de deserto	
<i>Nissolia rondonensis</i> Fort.-Perez & G.P.Lewis	Brasil	Área antrópica	K T.F. de Rondônia 11/05/1982
<i>Nissolia schotti</i> (Torr.) A. Gray	Estados Unidos e México	Pradaria, Estepe subdesertico, Floresta tropical, Savana e Vegetação de deserto	NY H. D. Ripley 14295 24/02/1966
<i>Nissolia scandens</i> (Ker Gawl.) T. M. Moura & Fort.-Perez	Brasil, Colômbia , Venezuela, México, República Dominicana, Guadakupe e Ilhas Virgens Americanas	Vegetação Antrópica, Caatinga, Cerrado, Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila e Restinga	NY B.A. Lavastre 1673 20/07/1964 BOTU 32690 A.M. Giulietti et al.
<i>Nissolia tomentosa</i> (Gardner) T. M. Moura & Fort.-Perez	Brasil	Área antrópica, Campos de altitude, Floresta Ombrófila (= pluvial), Remanescente de mata de enconsta	K H. 2017/00760 Brasil, RJ BOTU B.K.S. Franco et al. 21 07/04/2001 BOTU H.C. Lima 6438 05/03/2006
<i>Nissolia vincentina</i> (Ker Gawl.) T. M. Moura & Fort.-Perez	Mexico e Brasil (Antilhas, Colombia, Republica Dominicana, México e Venezuela).	Área antrópica, Campos de altitude, Floresta Ombrófila (= pluvial), Caatinga (stricto sensu), cerrado (lato sensu), Floresta ciliar ou galeria, Floresta estacional semidecidual	BOTU 32690 Giulietti, A.M. et al. NY A.Duss 2660 1892 NY R.M. Harley 15242 18/01/1972
<i>Nissolia wislizeni</i> (A.Gray) A.Gray	Estados Unidos e México	Pradaria, Estepe subdesertico, Floresta tropical, Savana e Vegetação de deserto	M. 0177073 J. G. Schaffnes 793- 794 1879

Estudos de micromorfologia de superfície

Para a caracterização das superfícies foliolares, as amostras com ca. de 1mm² (contemplando as superfícies adaxial e abaxial) obtidas de material herborizado foram diretamente coladas com fita adesiva dupla face em porta-amostras de alumínio e metalizadas à vácuo com ouro (cerca de 10nm de espessura) em aparelho Bal-Tec SCD 050. As análises e documentação foram feitas ao microscópio eletrônico de varredura (MEV) Quanta 200 - FEI (FEI, Hillsboro, OR, USA), a 20kv, no Centro de Microscopia Eletrônica do Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP.

Estudos anatômicos

Para os estudos anatômicos, as 24 amostras herborizadas foram fervidas em água destilada e glicerina a 30%, por 15 minutos, imersas em solução de 2% de hidróxido de potássio por 2 h em temperatura ambiente (Smith e Smith 1942, com modificações). Posteriormente, o material foi lavado em água corrente, desidratado em série etílica e estocado em álcool 70% (Jensen 1962). Os materiais foram incluídos em resina glicol-metacrilato (Historesin, Leica Instruments ®). Secções, com cerca de 5 µm de espessura, foram obtidas em micrótomo rotativo semiautomatizado (Leica Biosystems RM2245 – Wetzlar/Alemanha), com lâmina com aço descartável e coradas com azul de toluidina a 0,05%, pH 4,7 (O'Brien et al. 1964). Os cortes foram montados em resina acrílica.

Para detectar a natureza química do conteúdo dos idioblastos secretores, secções de material embebido em resina glicol-metacrilato foram tratadas com solução de ácido tânico/cloreto férrico a 3% para mucilagem (Pizzolato e Lillie 1973). Foram feitos testes controle que foram realizados juntamente com as análises, seguindo as recomendações do autores. Os cortes foram montados em lâminas permanentes, com resina acrílica.

O laminário foi analisado e fotografado ao fotomicroscópio Leica DM5500B com câmera digital acoplada (Leica DFC 425) e software LAS, no Laboratório de Pesquisas em Anatomia Vegetal, do Departamento de Botânica, Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP.

Observações e descrições da micromorfologia de superfície foram realizadas em 24 taxons com materiais herborizados disponíveis, enquanto a caracterização anatômica e histoquímica foi realizada em 18 taxons do material reidratado, uma vez que nem sempre os

procedimentos de reversão resultaram em amostras adequadas para análises anatômicas e histoquímicas, além de um reduzido número de folhas disponíveis.

Análise de agrupamento

Oito caracteres anatômicos foliulares de 18 táxons foram analisados (seis qualitativos e dois quantitativos) e seus estados de caracteres foram codificados e apresentados na tabela 2. Este conjunto de caracteres anatômicos foram extraídos do trabalho anatômico desta dissertação. Cada espécime que foi utilizado nas análises foi considerado uma Unidade Taxonômica Operacional (UTO).

Para compreender o relacionamento entre os 18 táxons estudados, análises de agrupamento foram realizadas usando os métodos de agrupamento, UPGMA (unweighted pair group method with arithmetic mean), e de ordenação, como a análise de componente principal (PCA), através do pacote software FITOPAC (Shepherd 2010). As similaridades entre as UTOs foram computadas usando o índice de Distância Euclidiana Simples e o fenograma foi feito através do UPGMA. A correlação cofenética foi calculada para determinar o índice de consistência entre os dados da matriz e o resultado do fenograma.

Para a análise de PCA, foi adotada a matriz de correlação ao invés da matriz de covariância por valores quantitativos.

Tabela 2. Lista de caracteres micromorfológicos e anatômicos resultantes das investigações, estados de caracteres analisados e códigos usados nas análises fenéticas.

Caractere	Estado de caractere
Tricomas não-glandulares – Face adaxial	(0) Ausência e (1) Presença
Tricomas não-glandulares – Face abaxial	(0) Ausência e (1) Presença
Estômatos – níveis da câmara supra-estomática	(0) Ausência e (1) Presença
Parênquima Paliçádico - N° de camadas	(1) uma e (2) duas
Parênquima Lacunoso - N° de camadas	(0) uma; (1) duas; (2) três; (3) quatro; (4) duas/três; (5) dois/quatro; (6) três/quatro; (7) quatro/cinco
Idioblastos - Face adaxial	(0) Ausência e (1) Presença
Idioblastos - Face abaxial	(0) Ausência e (1) Presença
Cristal prismático de oxalato de cálcio no feixe vascular	(0) Ausência e (1) Presença

RESULTADOS

Micromorfologia das superfícies foliulares

A maioria das espécies de *Nissolia* estudadas apresentou cutícula ornamentada sendo que o grau de desenvolvimento e a orientação das estrias cuticulares variaram entre as superfícies do limbo foliolar e entre as espécies estudadas. As estrias são proeminentes em ambas as superfícies em *N. acutifolia* (Fig. 2 a, c) *N. bracteosa* (Fig. 2 g, j), *N. chacoensis* (Fig. 3 h, l), *N. klugii* (Fig. 6 g, i), *N. latisiliqua* (Fig. 7 b, d), *N. longiflora* (Fig. 8 a, e), *N. nigricans* (Fig. 10 b, e), *N. rondonensis* (Fig. 12 b, d) e *N. vincentina* (Fig. 12 i, k). Foram observadas estrias proeminentes somente na face abaxial em *N. laxior* (Fig. 7 j) e *N. microptera* (Fig. 8 n) e somente na face adaxial em *N. brasiliensis* (Fig. 3 b), *N. fruticosa* (Fig. 4 b), *N. fruticosa* var. *guatemalensis* (Fig. 5 a), *N. montana* (Fig. 9 h); Cutícula lisa em ambas as faces do folíolo ocorreu em *N. gentryi* (Fig. 5 h, k), *N. hintonii* (Fig. 6 b, c), *N. leiogyne* (Fig. 9 b, e), *N. platycarpa* (Fig. 10 h, j), *N. platycalyx* (Fig. 11 b, d), *N. pringlei* (Fig. 11 f, k), *N. schotti* (Fig. 13 b, e), *N. tomentosa* (Fig. 13 h, k), *N. wislizeni* (Fig. 14 a, e, g). Observamos cutícula lisa unicamente na face abaxial em *N. fruticosa* var. *guatemalensis* (Fig. 5 a) e apenas na face adaxial em *N. laxior* (Fig. 7 h) e *N. microptera* (Fig. 8 k).

A presença de ceras epicuticulares em forma de placas, com diferentes graus de desenvolvimento, foi observada em 21 dos 24 táxons estudados, podendo ocorrer também na forma de filamentos curtos ou grânulos em um número menor de espécies. Ceras epicuticulares foram encontradas nas duas faces foliulares em *N. bracteosa* (Fig. 2 f, j), *N. brasiliensis* (Fig. 3

b, f), *N. chacoensis* (Fig. 3 i, l), *N. fruticosa* (Fig. 4 c, g), *N. fruticosa* var. *guatemalensis* (Fig. 5 c, e), *N. gentryi* (Fig. 5 i, l), *N. hintonii* (Fig. 6 b, d), *N. latisiliqua* (Fig. 7 c, e), *N. laxior* (Fig. 7 i, k, l), *N. longiflora* (Fig. 8 b, h), *N. microptera* (Fig. 8 k, m), *N. leiogyne* (Fig. 9 b, e), *N. montana* (Fig. 9 h, k), *N. nigricans*, (Fig. 10 b, e), *N. platycarpa* (Fig. 10 h, j), *N. platycalyx* (Fig. 11 b, d), *N. pringlei* (Fig. 11 g, k), *N. rondonensis* (Fig. 12 f), *N. tomentosa* (Fig. 13 i, l), *N. schotti* (Fig. 13 b, e), *N. wislizeni* (Fig. 14 c, g) e ausência de ceras epicuticulares em ambas as faces ocorreu em *N. acutifolia* (Fig. 2 d), *N. klugii* (Fig. 6 g, j) e *N. vincentina* (Fig. 12 i, k).

Os estômatos estão distribuídos aleatoriamente nas áreas internervurais, e na maioria das espécies foram completamente recobertos por ceras epicuticulares. Em todas as espécies, os estômatos exibiram borda estomática espessa e elevada em torno da fenda estomática, como por exemplo, *N. acutifolia* (Fig. 2 d), *N. bracteosa* (Fig. 2 j), *N. brasiliensis* (Fig. 3 a, f), *N. chacoensis* (Fig. 3 i, l), *N. fruticosa* (Fig. 4 g), *N. gentryi* (Fig. 5 i, l), *N. hintonii* (Fig. 6 d), *N. klugii* (Fig. 6 j), *N. latisiliqua* (Fig. 7 e), *N. longiflora* (Fig. 8 b, h), *N. montana* (Fig. 9 k), *N. nigricans* (Fig. 10 b, e), *N. platycarpa* (Fig. 10 i, j), *N. tomentosa* (Fig. 13 L), *N. schotti* (Fig. 13 b, e) e *N. wislizeni* (Fig. 14 c, g)

O aparelho estomático é caracterizado por apresentar os tipos anisocítico e anomocítico. As espécies que apresentaram aparelho estomático do tipo anisocítico em ambas as faces foram *N. brasiliensis* (Fig. 3 c, g), *N. chacoensis* (Fig. 3 j, m), *N. nigricans* (Fig. 10 c, f), *N. pringlei* (Fig. 11 i, l), *N. schotti* (Fig. 13 c, f) e *N. wislizeni* (Fig. 14 d, h). A presença do aparelho estomático anisocítico em apenas na face adaxial foi descrita em *N. gentryi* (Fig. 5 j) e *N. longiflora* (Fig. 8 d). Somente na face abaxial esteve presente nas seguintes espécies *N. acutifolia* (Fig. 2 e), *N. bracteosa* (Fig. 2 k), *N. fruticosa* var. *guatemalensis* (Fig. 5 g), *N. hintonii* (Fig. 6 e), *N. klugii* (Fig. 6 k), *N. microptera* (Fig. 8 o), *N. leiogyne* (Fig. 9 f), *N. platycarpa* (Fig. 10 k) e *N. platycalyx* (Fig. 11 e). O aparelho estomático anomocítico é descrito em ambas as faces nas seguintes espécies *N. gentryi* (Fig. 5 j, n), *N. pringlei* (Fig. 11 i, l) e *N. wislizeni* (Fig. 14 d, h). O aparelho estomático anomocítico foi ocorrente somente na face adaxial da espécie *N. chacoensis* (Fig. 3 j). As espécies com aparelho estomático somente na face abaxial foram *N. brasiliensis* (Fig. 3 g), *N. fruticosa* (Fig. 4 h), *N. hintonii* (Fig. 6 e), *N. klugii* (Fig. 6 k), *N. latisiliqua* (Fig. 7 f), *N. laxior* (Fig. 7 m), *N. longiflora* (Fig. 8 i), *N. leiogyne* (Fig. 9 f), *N. montana* (Fig. 9 l), *N. platycarpa* (Fig. 10 k), *N. rondonensis* (Fig. 12 g), *N. vincentina* (Fig. 12 l), *N. schotti* (Fig. 13 f) e *N. tomentosa* (Fig. 13 m).

Tricomas glandulares ocorreram em 18 espécies das 24 espécies estudadas. Os tricomas glandulares são peltados, curto-pedunculados em *N. klugii* (Fig. 6 H), *N. longiflora* (Fig. 8 G), *N. wislizeni* (Fig. 14 F), a sésseis em *N. klugii* (Fig. 6 h, i), *N. platycarpa* (Fig. 10 h, i) e *N.*

montana (Fig. 9 h, i) e exibem cabeça secretora que varia de oval, como em *N. acutifolia* (Fig. 2 b), *N. bracteosa* (Fig. 2 i), *N. brasiliensis* (Fig. 3 e), *N. fruticosa* (Fig. 4 d), *N. fruticosa* var. *guatemalensis*, (Fig. 5 b), *N. gentryi* (Fig. 5 m), *N. klugii* (Fig. 6 h), *N. laxior* (Fig. 7 k), *N. latisiliqua* (Fig. 7 c), *N. platycarpa* (Fig. 10 h, i), *N. tomentosa* (Fig. 13 i, k) e *N. wislizeni* (Fig. 14 f), e a esférica e achatada como em *N. pringlei* (Fig. 11 g) esférica em *N. rondonensis* (Fig. 12 f) e em forma de biruta em *N. fruticosa* var. *guatemalensis* (Fig. 5 c) e *N. longiflora* (Fig. 8 f), *N. leiogyne* (Fig. 9 d), *N. wislizeni* (Fig. 14 b). Alguns tricomas glandulares peltados mostraram uma projeção em forma de cúpula na região central da cabeça secretora achatada, como observado em *N. klugii* (Fig. 6 h). Tais tricomas glandulares são encontrados em ambas as faces foliolares de *N. longiflora*, *N. brasiliensis*, *N. fruticosa*, *N. platycarpa*, *N. wislizeni*, *N. tomentosa* e *N. klugii*. A distribuição dos tricomas glandulares variou entre as espécies, por exemplo, foram observados unicamente na face abaxial (*N. laxior* e *N. rondonensis*) ou na face adaxial (*N. acutifolia*, *N. bracteosa*, *N. latisiliqua* e *N. fruticosa* var. *guatemalensis*). Tricomas glandulares não foram observados em *N. vincentina*, *N. chacoensis*, *N. microptera*, *N. platycalyx*, *N. hintonii*, *N. nigricans* e *N. schottii*.

Tricomas não-glandulares ocorreram em 13 das 24 espécies estudadas; são alongados, não ramificados e formados por uma base intumescida coberta com cutícula lisa (Fig. 4 b, c), e uma porção mediana cônica coberta por cutícula verrucosa terminando em um ápice pontiagudo.

Os tricomas não-glandulares ocorreram nas duas superfícies dos folíolos em *N. bracteosa* (Fig. 2 g, h), *N. chacoensis* (Fig. 3 h, k), *N. fruticosa* (Fig. 4 b, c, f), *N. fruticosa* var. *guatemalensis* (Fig. 5 a, d), *N. gentryi* (Fig. 5 h, k), *N. laxior* (Fig. 7 h, j), *N. latisiliqua* (Fig. 7 b, d), *N. microptera* (Fig. 8 k, l, m), *N. rondonensis* (Fig. 12 b, c, d, e), *N. vincentina* (Fig. 12 h, i, j), *N. tomentosa* (Fig. 13 h, j) e *N. wislizeni* (Fig. 14 a, e). Tricomas não-glandulares ocorrendo unicamente na face abaxial foram observados em *N. brasiliensis* (Fig. 3 d), *N. nigricans* (Fig. 10 d). Apenas 10 espécies não apresentaram tricomas não-glandulares (*N. longiflora*, *N. acutifolia*, *N. hintonii*, *N. leiogyne*, *N. montana*, *N. platycarpa*, *N. platycalyx*, *N. pringlei*, *N. klugii* e *N. schottii*). A presença de cicatriz da abscisão de tricoma não-glandular foi observada em *N. acutifolia* (Fig. 2 a).

Anatomia do limbo foliolar

Epiderme

A epiderme é uniestratificada em ambas as superfícies foliares, na maioria das espécies estudadas. Na superfície adaxial da lâmina foliar em *N. fruticosa* var. *guatemalensis* (Fig. 16 m), *N. chacoensis* (Fig. 16 b), *N. hintonii* (Fig. 17 e) e *N. klugii* (Fig. 17 h) e *N. leiogyne* (Fig. 17 l) apresentaram células bi-compartimentadas (wall-like septum) (Gregory e Bass, 1989; Breidenkamp e Van Wyk, 1999) correndo isoladamente no tecido epidérmico.

As células epidérmicas apresentaram formatos e tamanhos variáveis em ambas as superfícies foliares; contudo, na maioria das espécies as células epidérmicas foram maiores na face adaxial em comparação com a face abaxial. Células epidérmicas volumosas, com formatos variando de globoso (Fig. 15 l; 18 f), ovalado (Fig. 15 f, i; Fig. 16 c, e, k, m; Fig. 17 b, f, i, l, n; Fig. 18 f, k; Fig. 19 i), a cônico (Fig. 15 c; Fig. 18 b, i; Fig. 19 b) ocorreram isoladas ou agrupadas em ambas as superfícies foliares, sendo mais abundantes na face adaxial. Essas células apresentaram conteúdo denso ou flocoado e reagiram positivamente ao tratamento para detecção de mucilagem, caracterizando-as como idioblastos secretores de mucilagem. Os idioblastos se caracterizam por apresentar formato variando de oval a cônico, em geral volumosos e com paredes mais espessas em relação às células adjacentes *N. bracteosa* (Fig. 15 i), *N. acutifolia* (Fig. 15 c), *N. blanchetiana* (Fig. 15 f), *N. fruticosa* (Fig. 16 e), *N. fruticosa* var. *guatemalensis* (Fig. 16 m), *N. leiogyne* (Fig. 17 n), *N. klugii* (Fig. 17 i), *N. hintonii* (Fig. 17 f), *N. longiflora* (Fig. 18 b), *N. montana* (Fig. 18 f), *N. tomentosa* (Fig. 19 e, f), *N. rondonensis* (Fig. 19 b). As análises histoquímicas revelaram que o conteúdo observado no interior dos idioblastos resultou positivamente ao teste para mucilagem.

Os folíolos são hipoestomáticos na maioria das espécies, exceto em *N. brasiliensis* (Fig. 15 k), *N. chacoensis* (Fig. 16 b), *N. gentryi* (Fig. 17 B), *N. platycarpa* (Fig. 18 i), *N. pringlei* (Fig. 18 k) e *N. wislizeni* (Fig. 19 h), cujo os folíolos são anfiestomáticos.

Em todas as espécies estudadas, os estômatos estão posicionados no mesmo nível ou ligeiramente abaixo do nível das células comuns da epiderme. Os estômatos em todas as espécies estudadas exibiram abertura longa e estreita rodeada por uma borda contínua, espessa e elevada de cutina, formando uma estrutura elíptica em torno ou acima da fenda estomática. A presença de cristas estomáticas delimitando uma câmara supraestomática foi observada na maioria das espécies (Fig. 17 M; Fig. 18 L) *N. brasiliensis* (Fig. 15 k), *N. blanchetiana* (Fig. 15 f), *N. bracteosa* (Fig. 15 i), *N. chacoensis* (Fig. 16 a), *N. gentryi* (Fig. 17 b), *N. leiogyne* (Fig. 17 l), *N. klugii* (Fig. 17 h), *N. platycarpa* (Fig. 18 i), *N. longiflora* (Fig. 18 b), *N. pringlei* (Fig. 18 k, l), *N. wislizeni* (Fig. 19 g), *N. tomentosa* (Fig. 19 f) e *N. rondonensis* (Fig. 19 b), Em

muitas espécies, as células subsidiárias ou as células epidérmicas adjacentes recobriram as células guardas.

Tricomas não-glandulares e tricomas glandulares foram observados na maioria das espécies analisadas ao MEV. Contudo, esses tricomas foram raramente observados nas preparações anatômicas, provavelmente devido ao método de reidratação. Tricomas glandulares peltados e tricomas não-glandulares foram observados em *N. fruticosa* (Fig. 16 f, g), *N. gentryi* (Fig. 17 b, c), *N. longiflora* (Fig. 18 c, d) e *N. rondonensis* (Fig. 19 c).

Mesofilo

O mesofilo é dorsiventral na maioria das espécies estudadas, exceto em *N. gentryi* que apresentou folíolo isolateral (Fig. 17 b). Parênquima paliçádico uniestratificado ocorreu na maioria das espécies, tais como *N. blanchetiana* (Fig. 15 f), *N. brasiliensis* (Fig. 15 k), *N. bracteosa* (Fig. 15 i), *N. acutifolia* (Fig. 15 b), *N. fruticosa* var. *guatemalensis* (Fig. 16 m), *N. klugii* (Fig. 17 h), *N. leiogyne* (Fig. 17 l), *N. montana* (Fig. 18 f), *N. longiflora* (Fig. 18 b) *N. tomentosa* (Fig. 19 f) e *N. rondonensis* (Fig. 19 b), enquanto parênquima paliçádico multiestratificado (com até 5 camadas) ocorreu em *N. chacoensis* (Fig. 16 b), *N. fruticosa* (Fig. 16 e) *N. gentryi* (Fig. 17 b) *N. hintonii* (Fig. 17 e, f), *N. platycarpa* (Fig. 18 i), *N. pringlei* (Fig. 18 k), *N. wislizeni* (Fig. 19 h), O parênquima esponjoso variou de 2-5 camadas de células em todas as espécies.

Sistema Vascular

A nervura principal é proeminente na face dorsal na maioria das espécies estudadas (Fig. 15 a, d, h, j; Fig. 16 d, i, m; Fig. 17 a, d, g, k; Fig. 18 a, e, h, j; Fig. 19 a, d, g). O contorno da nervura na face ventral variou de plano (Fig. 15 d, h; Fig. 16 a, m; Fig. 18 e, j; Fig. 19 g), a côncavo (Fig. 15 a; Fig. 16 d; Fig. 17 a, d, g, k; Fig. 18 a; Fig. 19 a, d), e convexo (Fig. 15 j; Fig. 18 h). O sistema vascular da nervura principal tem forma de semi-arco em todas as espécies estudadas. O córtex é formado por três a quatro camadas de células parenquimáticas isodiamétricas na maioria das espécies (Fig. 15. a, d, j; Fig. 16 a, d, m; Fig. 17 a, d, g, k; Fig. 18 e, h; Fig. 19 g).

Os feixes vasculares de pequeno e médio calibres são colaterais com bainha parenquimática e ocorrem na região mediana do mesofilo em todas as espécies. (Fig. 15 b, e; Fig. 16 b, e, j, n; Fig. 17 b, e, l; Fig. 18 b, f, i, k; Fig. 19 e, h). Extensão de bainha do feixe vascular voltada para face adaxial foi observada em *N. acutifolia* (Fig. 15 b), *N. blanchetiana* (Fig. 15 e), *N. brasiliensis* (Fig. 15 j), *N. pringlei* (Fig. 18 k), *N. fruticosa* var. *guatemalensis* (Fig. 16 n) e *N. montana* (Fig. 18 f). Extensão da bainha do feixe vascular foi observada em

ambas as faces em *N. chacoensis* (Fig. 16 b), *N. hintonii* (Fig. 17 e), *N. longiflora* (Fig 18 b), *N. tomentosa* (Fig. 19 e) e *N. wislizeni* (Fig. 19 h), exceto em *N. gentryi* que não apresentou extensão de bainha (Fig. 17 b).

Cristais prismáticos de oxalato de cálcio ocorreram na endoderme dos feixes vasculares colaterais de pequeno e médio calibres na maioria dos táxons (Fig. 18 g).

A tabela 3 resume as principais características da superfície foliolar e da anatomia do limbo nas espécies de *Nissolia* estudadas.

Tabela 03- Características da anatomia foliolar de 18 espécies do gênero *Nissolia* Jacq.
+ (presente); n.o. (não observado)

Espécie	Tricomas não-glandulares (tng)		Nível dos estômatos	Forma das células epidérmicas		Epiderme Adaxial/ Abaxial	Mesofilo				
	Tricomas glandulares (tg)			Paliçádico	Lacunoso		Idioblastos		Cristal prismático de oxalato de cálcio		
	Adaxial	Abaxial					Adaxial	Abaxial		adaxial	abaxial
<i>N. acutifolia</i>	-	-	depressão	papilosa	papilhosa	unisseriada	1	3-4	n.o.	+	n.o.
<i>N. brasiliensis</i>	-	-	depressão	papilosa	papilhosa	unisseriada	1	3	+	+	+
<i>N. bracteosa</i>	tng	tng	depressão	papilosa	papilosa	unisseriada	1	2-3	+	+	+
<i>N. blanchetiana</i>	-	tng	depressão	papilosa	papilosa	unisseriada	1	3	n.o.	+	n.o.
<i>N. chacoensis</i>	-	-	depressão	papilosa	papilosa	unisseriada	2	4	+	+	n.o.
<i>N. fruticosa</i>	-	tng	depressão	papilosa	papilosa	unisseriada	2-3	2-4	+	+	+
<i>N. fruticosa</i> var. <i>guatemalensis</i>	-	-	nivelado	papilosa	papilosa	unisseriada	1	3-4	+	+	+
<i>N. gentryi</i>	tng	tng	depressão	papilosa	papilosa	unisseriada	2	1	+	+	+
<i>N. hintonii</i>	-	-	depressão	papilosa	papilosa	unisseriada	2	3-5	+	+	+

<i>N. klugii</i>	-	-	depressão	papilosa	papilosa	unisseriada	1	4-5	+	+	+
<i>N. leiogyne</i>	-	-	depressão	papilosa	papilosa	unisseriada	1	3-4	+	+	+
<i>N. longiflora</i>	tng	tng/tg	depressão	papilosa	papilosa	unisseriada	1	3-4	n.o.	+	n.o.
<i>N. montana</i>	-	-	depressão	papilosa	papilosa	unisseriada	1	3-4	+	+	+
<i>N. platycarpa</i>	-	tng	depressão	papilosa	papilosa	unisseriada	2	4	+	+	+
<i>N. rondonensis</i>	-	tng	depressão	papilosa	papilosa	unisseriada	1	4-5	n.o.	+	n.o.
<i>N. pringlei</i>	-	-	depressão	papilosa	papilosa	unisseriada	1-2	4-5	+	n.o.	+
<i>N. tomentosa</i>	tng/tg	tng/tg	depressão	papilosa	papilosa	unisseriada	1	4	n.o.	+	n.o.
<i>N. wislizeni</i>	-	-	depressão	papilosa	papilosa	unisseriada	2	3-4	+	n.o.	+

Análises de UPGMA e PCA

O fenograma resultante do UPGMA está apresentado na Figura 20. Através deste fenograma é possível observar dois grandes agrupamentos, o Grupo 1 e o Grupo 2, e em cada um destes grupos mais dois agrupamentos cada, grupo 3 (*N. fruticosa* var. *guatemalensis*, *N. leiogyne*, *N. klugii*, *N. pringlei*, *N. wislizeni*, *N. acutifolia* e *N. rondonensis*) e grupo 4 (*N. fruticosa*, *N. montana*, *N. bracteosa* e *N. longiflora*) no Grupo 1; e o grupo 5 (*N. hintonii*, *N. platycarpa*, *N. brasiliensis*, *N. chacoensis*, *N. blanchetiana* e *N. tomentosa*) e o grupo 6 (*N. gentryi*) no Grupo 2. Interessante observar que através deste resultado do agrupamento com dados anatômicos, os táxons *Nissolia fruticosa* var. *guatemalensis* e *N. fruticosa* (variedade típica) não apareceram próximas, embora elas apareceram no Grupo 1, a primeira saiu no Grupo 3 e a segunda no grupo 4. Este resultado pode indicar que a variedade *guatemalensis* não possa ser sinonimizada com a variedade típica constituindo um único táxon.

Pela análise da PCA (eixo 1 e 2; Fig. 21) a característica número de camadas do parênquima paliçádico foi informativo para aproximar *N. platycarpa* e *N. fruticosa* (típica); Já os tricomas, tanto na face abaxial quanto adaxial, e os idioblastos na face abaxial (eixo 1 e 2; Fig. 21) aproximaram *N. chacoensis*, *N. acutifolia*, *N. rondonensis*, *N. blanchetiana*, *N. longiflora* e *N. tomentosa*. O eixo 1 e 3 (Fig. 22) apresentaram resultado semelhantes quanto à estas características.

A correlação cofenética da análise do UPGMA foi 0,73. Os resultados das análises de PCA, baseadas nas características anatômicas (tabela 3), revelou que a posição dos tricomas, tanto a presença e ausência, e idioblastos na face abaxial foram úteis taxonomicamente. A porcentagem acumulativa do total da variância foi de 71.1% nos primeiros três eixos, 33.8, 22.7, 14.6, respectivamente.

Figura 20- Fenograma dos caracteres dos folíolos de táxons pertencentes ao gênero *Nissolia* Jacq.

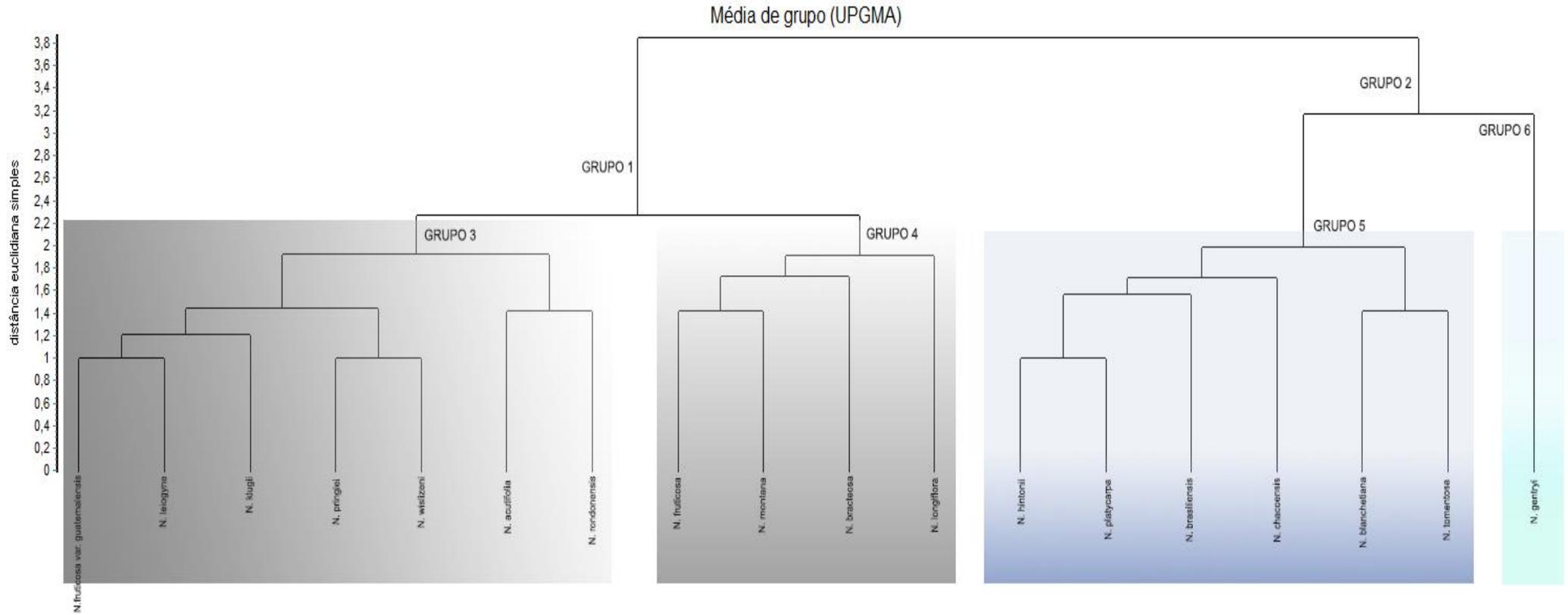


Figura 21- Análise de Componentes Principais (eixos 1 e 2) baseada em 18 UTOs e caracteres informativos usados para delimitar táxons pertencentes ao gênero *Nissolia* Jacq.

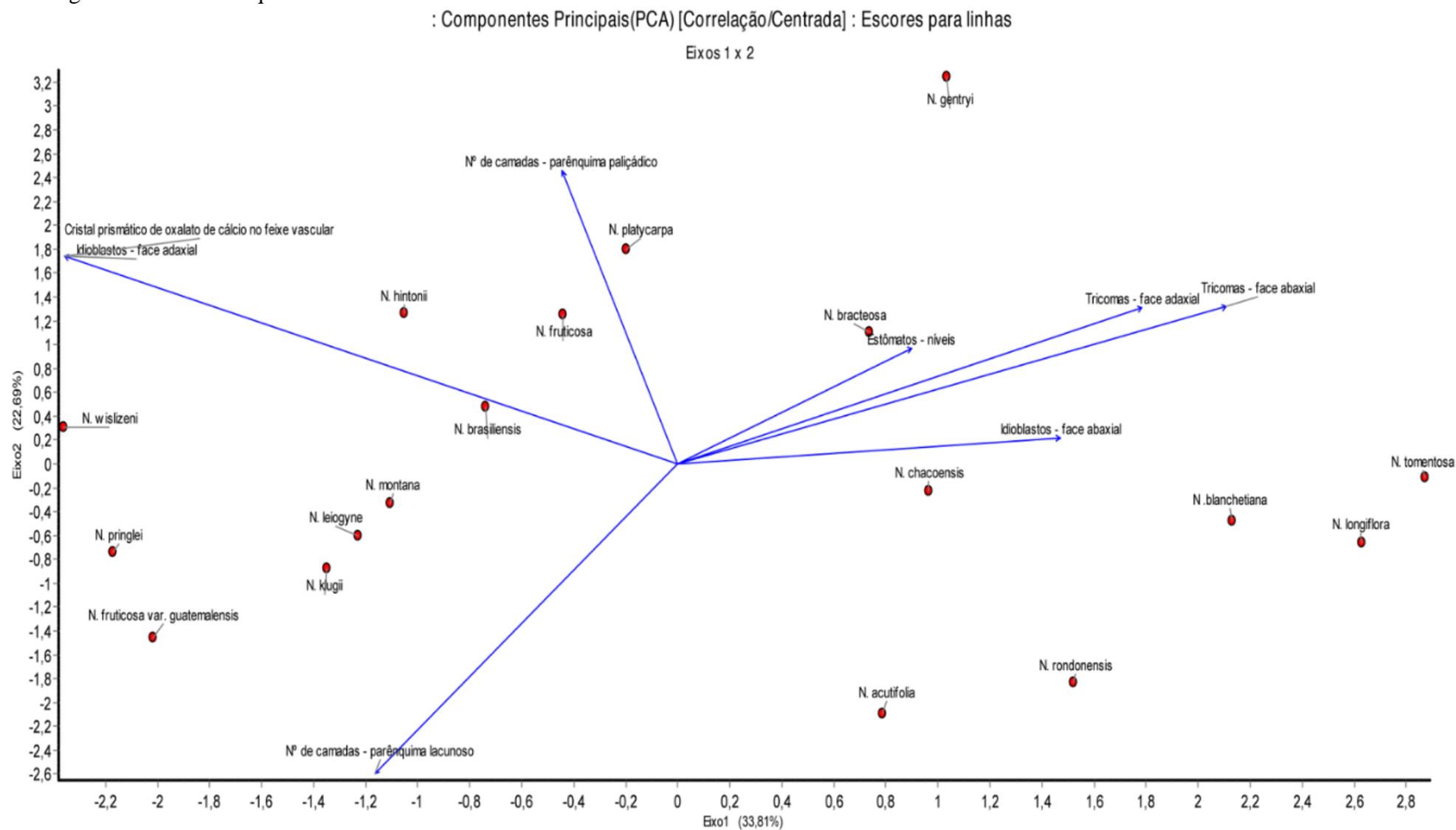
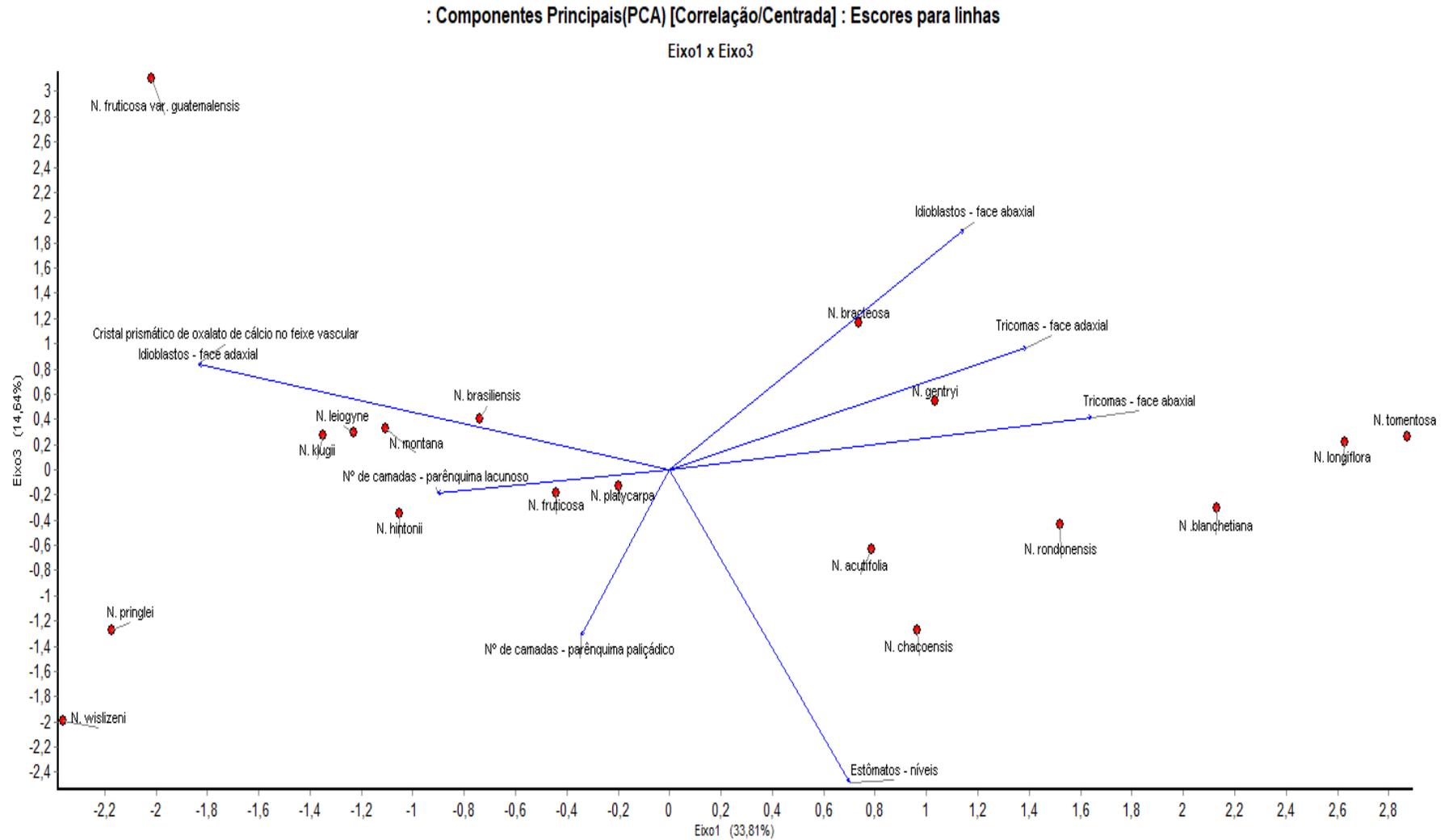


Figura 22- Análise de Componentes Principais (eixos 1 e 3) baseada em 18 UTOs e caracteres informativos usados para delimitar táxons pertencentes ao gênero *Nissolia* Jacq.



DISCUSSÃO

A partir desta investigação, foi demonstrado que as folhas dos representantes de *Nissolia* possuem caracteres morfológicos e anatômicos importantes na delimitação do gênero e na identificação de alguns táxons, além de importância ecológica, uma vez que as características das superfícies foliares são um importante atributo funcional que podem determinar, entre outros fatores, a sobrevivência dos indivíduos sob certas condições adversas (Weiner, 2004; Crosby e Latta, 2013; Ariano e Silva, 2016). As principais características observadas com frequência, por tanto, úteis no agrupamento das espécies no gênero foram, cutícula ornamentada, células epidérmicas papiliformes, estômatos com anel periestomático, tricoma não-glandular, idioblastos secretores de mucilagem e mesofilo dorsiventral.. Características pouco frequentes nas análises foram a presença de tricomas glandulares, cristais prismáticos de oxalato de cálcio, mesofilo isolateral e extensão da bainha do feixe, sendo tais características úteis para a delimitação e separação entre as espécies do gênero.

O estudo da micromorfologia das superfícies foliolares revelou que a cutícula ornamentada é uma característica comum à maioria dos táxons de *Nissolia* estudados, como já reportado para *Nissolia rondonensis* e *N. klugii*. Em termos ecológicos, a ocorrência de cutícula ornamentada tem sido associada com folhas de sol e ambientes xéricos, enquanto cutícula lisa tem sido relacionada com folhas de sombra e ambientes méxicos ou hidrófilos (Dunn et al., 1965). Deste modo, a predominância de cutícula ornamentada nas espécies estudadas tem implicações taxonômica e ecológica, uma vez que essas plantas ocorrem em uma diversidade de ambientes abertos, preferencialmente em bordas de matas, cerrado, área antropizada e margens de corpos d'água (Rudd 1956, 1958; Fortuna-Perez et al., 2021).

Ceras epicuticulares em forma de placas, cobrindo completamente as superfícies foliares foi uma característica comum na maioria das espécies de *Nissolia* estudadas, ocorrendo eventualmente na forma de filamentos curtos ou grânulos. O padrão de deposição de ceras epicuticulares é o produto da interação entre o ambiente e a constituição genética da espécie, e pode se modificar devido a fatores abióticos como vento, insolação, interações com microorganismos e a ação de poluentes atmosféricos (Juniper e Jeffrey, 1983). A presença de ceras epicuticulares tem sido interpretada como um mecanismo associado com a “molhabilidade” das superfícies foliares, proteção contra extremos de temperatura e manutenção da água nos tecidos foliares, além de fornecer uma barreira adicional à entrada de poluentes e microorganismos (Juniper e Jeffrey, 1983; Dickson, 2000).

Os estômatos em todos os táxons estudados exibiram uma borda elevada, conhecida como anel periestomático (Wilkinson, 1979), visível em análises da superfície foliar em vista frontal. A constância desta característica em todas as amostras analisadas pode constituir uma característica do gênero, como já enfatizado por Solereder (1908). Tal característica é estável e tem valor diagnóstico em nível específico ou genérico em diferentes famílias de angiospermas (Stace, 1965; Baranova, 1972; Wilkinson, 1979), incluindo Leguminosae (Leelavathi et al., 1980). A presença de anel periestomático originando uma câmara supraestomática tem implicações ecológicas, uma vez que tem sido associada com ambientes xéricos agindo na proteção contra transpiração excessiva (Fahn e Cutler, 1992). Um efeito semelhante é produzido pela elevação das células subsidiárias ou adjacentes (globulares ou papilosas) formando uma coroa de proteção em torno da fenda estomática (Wilkinson, 1979), como frequentemente observado nas espécies estudadas.

A distribuição e densidade dos estômatos nas superfícies foliares desempenha um papel importante no controle das trocas gasosas para fotossíntese e transpiração (Cappellari et al., 2015), sendo influenciadas por fatores ambientais, como intensidade de luz, umidade, disponibilidade de água e concentração atmosférica de CO₂ (Camargo e Marengo, 2011). Na maioria das espécies estudadas, predominaram folhas hipoestomáticas, ocorrendo eventualmente espécies com folhas anfiestomáticas. Folhas hipoestomáticas são encontradas frequentemente em plantas que vivem em ambientes com alta luminosidade, sendo considerada uma característica vantajosa para plantas sujeitas a condições de baixa umidade relativa e altas temperaturas, pois auxilia na redução da perda de água, tornando a temperatura na face abaxial da folha mais baixa (Mott et al., 1982; Mott e Michaelson, 1991; Dickson, 2000; Aoyama e Mazzoni-Viveiros, 2006). Folhas anfiestomáticas geralmente são relacionadas com habitats xéricos (Parkhurst, 1978). Folhas anfiestomáticas em condições bem hidratadas, poderiam, teoricamente, ter maior condutância para trocas gasosas na superfície foliar superior, contribuindo para aumentar a taxa de fotossíntese em folhas expostas a altas intensidades luminosas (Camargo e Marengo, 2011; Cappellari et al., 2015). Embora neste trabalho não tenha sido realizada a quantificação dos estômatos, estes foram visivelmente mais abundantes na superfície abaxial das folhas anfiestomáticas. Os tipos de complexos estomáticos encontrados foram anisocítico e anomocítico. A ocorrência de estômatos do tipo anisocítico é frequentemente descrita para Leguminosae, entretanto, o complexo estomático anomocítico parece ser novidade para a família.

Tricomas não-glandulares, unisseriados com morfologia variável são uma característica notável em Leguminosae (Vargas et al., 2018; Silva et al., 2018; Rashid et al., 2019). Tricomas

não-glandulares, unisseriados, ocorreram na maioria das espécies analisadas, com variações no tamanho (curtos ou longos), na orientação (erectos ou prostrados) e na morfologia da base (simples, discoide ou bulbosa) e ápice (cônico ou pontiagudo). Contudo, na maioria das espécies, foram caracterizados por apresentarem superfície verrucosa, sendo a ornamentação da superfície do tricoma um caráter útil para a taxonomia de vários grupos de angiospermas, incluindo Leguminosae (Martin e Juniper, 1970).

Em termos funcionais, a presença de tricomas em ambas as superfícies foliares e a espessura da camada de tricomas (camada limite) podem estar relacionadas com região de menor pluviosidade e com intensa incidência de luz, uma vez que os tricomas podem agir como filtros capazes de modificar a radiação direta em luz difusa, minimizando os efeitos da radiação direta sobre os tecidos foliares (Larcher, 2000), reduzindo a temperatura foliar (Ehleringer 1984), as taxas de transpiração (Johnson, 1975) e regular o controle hídrico principalmente nos períodos de seca (Sandquist e Ehleringer, 1997; Valkama et al., 2003; Larcher, 2000; Amada et al., 2017). Além disso, os apêndices epidérmicos formam uma barreira mecânica contra ataques de herbívoros e patógenos (Martin e Juniper, 1970). A presença de tricomas em ambas as superfícies foliares, como observado na maioria das espécies de *Nissolia* estudadas, pode ser um indicativo de mecanismos consistentes com ambientes xeromórficos. A presença ou ausência de tricomas, não-glandulares e glandulares, é uma característica genética; contudo, a sua densidade na superfície foliar é afetada por diversos fatores ecológicos, bióticos e abióticos (Bickford, 2016).

Os tricomas glandulares peltados encontrados nas espécies de *Nissolia* estudadas provavelmente correspondem às glândulas com coloração amarelada reportadas em folhas e sépalas na revisão do gênero por Rudd (1956, 1958). Tricomas glandulares têm sido descritos em diferentes representantes de Leguminosae (Metcalfe e Chalk, 1950) e, de um modo geral, tais estruturas secretoras são sítios de produção e acumulação de metabólitos especializados, como fenólicos, lipídeos, alcalóides e terpenóides (Vargas et al., 2018). Neste trabalho, não foi possível realizar a detecção histoquímica desses compostos devido ao pequeno número de amostras disponíveis. Tais compostos têm sido relacionados à defesa contra herbívoros, proteção contra os danos da radiação UV, entre outras funções (Wink, 2013). A presença dessas estruturas secretoras nas superfícies das folhas tem sido considerada uma característica adaptativa submetida a pressões seletivas durante a evolução e são importantes para a sobrevivência das plantas que as possuem (Ascensão, 2006).

O estudo da micromorfologia dos tricomas glandulares em espécies de *Nissolia* revelou pequenas variações em relação à forma dessas estruturas, o que não foi possível detectar no

estudo anatômico. De fato, tais estruturas foram escassas em vista frontal e dificilmente foram encontradas nos cortes anatômicos. Apesar da importância taxonômica e ecológica atribuída a esses tricomas secretores neste gênero de Leguminosae (Rudd, 1956, 1958), é necessário amostrar a ampla distribuição geográfica dos seus representantes.

Epiderme papilosa ou não, unisseriada ou bi-compartimentaa foi encontrada na maioria das espécies estudadas indicando que estas características são comuns ao gênero, sendo mencionadas em Leguminosae, especialmente em representantes de Papilionoideae por Metcalfe e Chalk (1950, 1979).

Idioblastos de mucilagem foram observados nos folíolos de todas as espécies estudadas de *Nissolia*, sendo essas estruturas secretoras reportadas por Solereder (1908) e Metcalfe e Chalk (1950) em representantes de Leguminosae. Neste estudo, observamos que os idioblastos, são de origem epidérmica e crescem para o interior do mesofilo, onde aparentemente se fundem. Mucilagem é um componente altamente hidrofílico e diversos papéis têm sido atribuídos à secreção mucilagínosa em órgãos foliares, tais como na lubrificação e proteção de estruturas ou órgãos em desenvolvimento, reserva de carboidratos, redução da transpiração e proteção contra herbivoria (Gregory e Baas, 1989; Fahn, 1979; Roshchina e Roshchina, 1993; Clifford et al., 2002; Martini et al., 2003; Pimentel et al., 2011; Tresmondi et al., 2015). Assim, os idioblastos de mucilagem, além de constituírem um caráter unificador do gênero, podem ter implicações ecológicas relacionadas com a ampla distribuição dos representantes de *Nissolia* em ambientes heterogêneos. Estudo com a evolução de estruturas secretoras no clado Adesmia, mostrou que o idioblasto contendo mucilagem é um caráter unificador para todo o clado (Fortuna-Perez et al., 2021) e que a presença deles na epiderme foliolar pode ser uma adaptação relacionada com a redução de perda de água através da transpiração provendo uma interface hidrofílica entre a superfície do folíolo e o meio ambiente, protegendo as plantas de intensa radiação solar (Fortuna-Perez et al., 2021).

Mesofilo dorsiventral foi encontrado na maioria dos táxons estudados, com exceção de uma espécie (*N. gentryi*) que apresentou mesofilo isolateral. A dorsiventralidade é uma característica de Leguminosae já salientada por Metcalfe e Chalk (1950), sendo descrita em diversos representantes da família (Fortuna-Perez et al. 2013; Mendes et al. 2019; Tiago et al. 2020). O tipo de mesofilo tem sido usado em diferentes estudos anatômicos aplicado à taxonomia e, quando aliado a caracteres adicionais, foi útil na distinção de espécies de Leguminosae (Coutinho et al. 2013). Em espécies xerófitas é frequente a presença de parênquima paliçádico em ambas as superfícies (Apezzato-da-gloria e Carmello-Guerreiro, 2006). A isoventralidade seria responsável pela permanência dessas plantas em ambientes

muito áridos, visto que a ocorrência da espécie *N. gentriy* se dá em floresta decídua tropical. Essa região apresenta duas estações bem definidas, uma seca podendo durar por três meses e outra chuvosa, caracterizada por vegetação muito seca e retorcida (Murphy e Lugo, 1986; Nascimento et al., 2004; Sánchez-Azofeifa et al., 2005).

A variação na forma da nervura principal, como observada nas espécies estudadas, tem sido usada para elaborar chaves de identificação em diferentes famílias de plantas, constituindo um caráter relevante em nível específico e genérico (Sartori e Tozzi, 2002; Reis et al., 2004; Bieras e Sajo, 2004; Rio et al., 2005; Gomes et al., 2009; Araújo et al., 2010, 2020). A variação observada nas espécies estudadas, associada a outras características anatômicas pode ter valor diagnóstico.

Das 24 espécies estudadas nove evidenciaram a presença de extensão da bainha do feixe. A presença de extensão de bainha vascular tem sido usada para classificar os táxons em dois grupos, aquelas com folhas heterobáricas (presença de extensão de bainha vascular) e espécies com folhas homobáricas (ausência de extensão de bainha vascular) (Neger, 1918; Wylie, 1943, 1951, 1952; Terashima, 1992; Kenzo et al., 2007; Rodrigues et al., 2017). Essas características estão associadas com o desempenho fisiológico da planta e sua ocorrência parece estar associada ao ambiente (Kenzo et al., 2007). Folhas heterobáricas são mais eficientes na condução de água, suporte mecânico e resposta ao estresse hídrico e na transferência de luz para as camadas internas do mesófilo, aumentando o desempenho fotossintético (Siebke e Weis, 1995; Mott e Buckley, 2000; West et al., 2005; Kenzo et al., 2007). Folhas homobáricas são responsáveis pelo movimento lateral de gases nas folhas (Parkhurst, 1994; Rhizopoulou e Psaras, 2003; Pieruschka et al., 2005, 2006). Considerando a ampla distribuição do gênero em ambientes heterogêneos, a presença/ausência de extensão de bainha vascular nas espécies estudadas, além de valor diagnóstico, poderá ter implicações ecofisiológicas.

A ocorrência das espécies de *Nissolia* é descrita em ecossistemas heterogêneos, por exemplo, são encontradas espécies em bordas de matas, caatinga, cerrado, solos arenosos, floresta tropical, floresta pluvial, floresta estacional e margens de corpos d'água (Rudd, 1956, 1958; Moura et al., 2018; Fortuna-Perez et al., 2021). Assim, os caracteres micromorfológicos e anatômicos dos folíolos das espécies analisadas possivelmente estão associados aos diferentes tipos de ambiente em que essas espécies estão localizadas. Sabe-se que a presença de cutícula ornamentada, ceras epicuticulares em forma de placas, estômatos com anel periestomático, predominância de folhas hipostomáticas e tricomas não-glandulares estão associadas com

ambientes xéricos (Dunn et al., 1965; Juniper e Jeffrey, 1983; Dickson, 2000; Aoyama e Mazzoni-Viveiros, 2006; Larcher, 2000; Ehrlinger, 1984; Johnson, 1975; Amada et al., 2017).

Este estudo, com base nos caracteres micromorfológicos e anatômicos de folhas e as análises de UPGMA e PCA, mostrou que as espécies de *Nissolia* se enquadram em dois grandes grupos, embora esses grupos sejam distintos daqueles apresentados no estudo utilizando dados moleculares com evolução de estruturas secretoras do clado *Adesmia*, que apresentou árvore de ITS, de Fortuna-Perez et al. (2021). Por outro lado, os resultados apontam que o táxon *Nissolia fruticosa* var. *guatemalensis* não deverá ser sinonimizada com a variedade típica, e que os outros táxons de *Nissolia* possuem características anatômicas peculiares a cada um para continuarem como os táxons que são atualmente aceitos. A análise também mostrou não haver associação entre o agrupamento das espécies com o ambiente.



Figura 1 – Aspecto geral de um exemplar de *Nissolia vincentina* (Ker Gawl.) T. M. Moura & Fort.-Perez. (a-b), ocorrente nas áreas de Brejos de Altitude, mais frescas. Coletada em Areia na Paraíba [Reportado por R. T Queiroz]. a – Detalhe da folha 5-foliolada, com folíolos ovalados. b – Vista do ramo sériceo, cilíndrico e volúvel, com tricomas recobrendo sua superfície. Detalhe do botão floral amarelo, obovado com tricomas abundantes e longos na superfície. Fotos: (a-b) Rubens Teixeira de Queiroz.

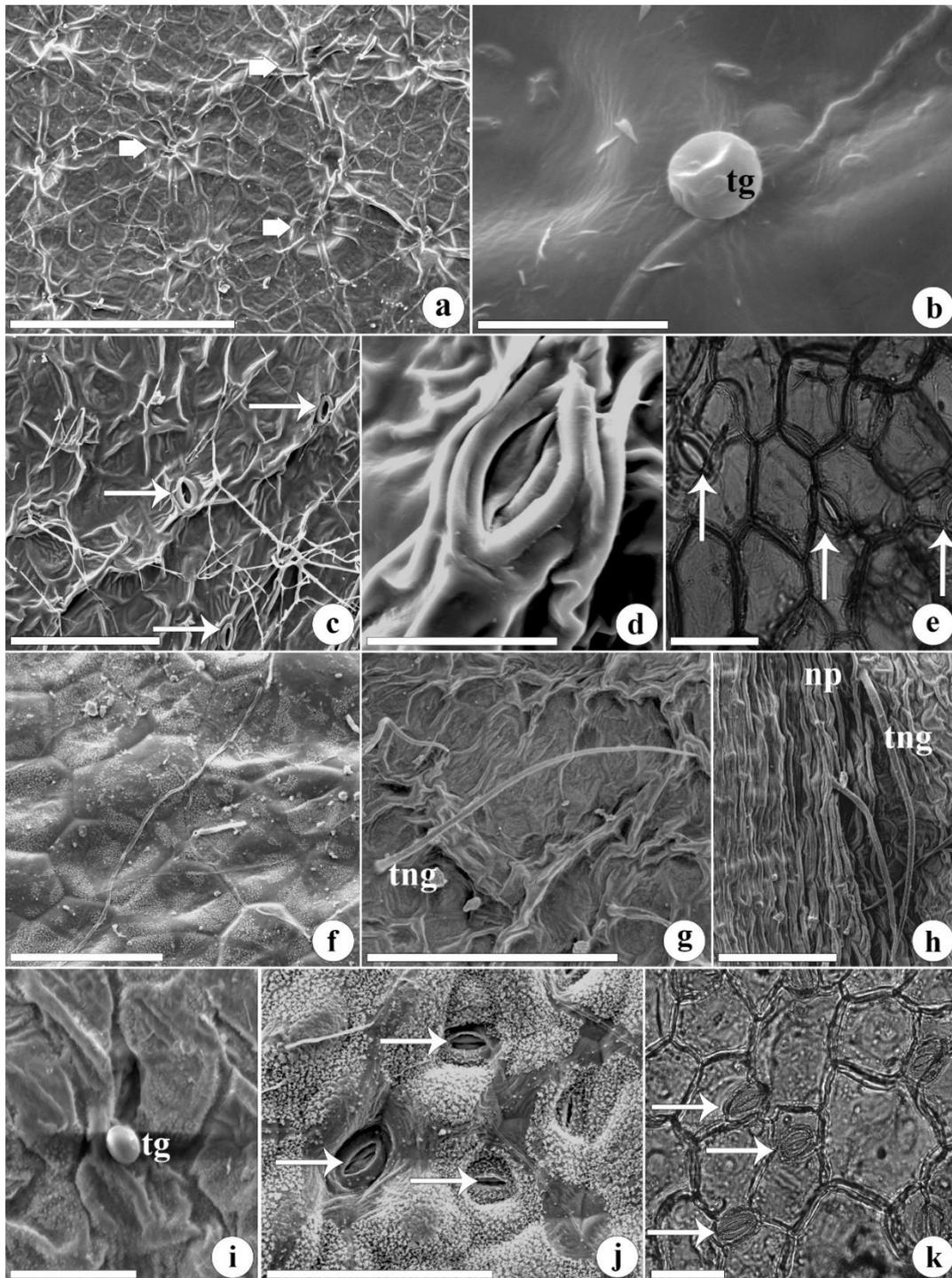


Figura 2- Morfologia das superfícies foliares das espécies de *Nissolia* Jacq. *N. acutifolia* (a-e) e *N. bracteosa* (f-k). (a-b, f-g) Superfície adaxial; (c-e, h-k) Superfície abaxial; (a-d, f-j) Microscopia eletrônica de varredura; (e, k) Microscopia de luz. (a) Estrias cuticulares proeminentes formando alvéolos poligonais. As setas indicam cicatriz deixada pela abscisão de tricomas não-glandulares. (b) Tricoma glandular peltado com cabeça esférica (parcialmente colapsada). (c) Estômatos (setas) distribuídos aleatoriamente. Note estrias cuticulares irregularmente orientadas. (d) Estômato protegido pela elevação das paredes anticlinais das células subsidiárias. (e) Corte paradérmico evidenciando o aparelho estomático anisocíticos

(setas). (f) Células poligonais cobertas com ceras granulares. (g) Tricoma não-glandular com superfície verrucosa. Note estrias cuticulares irregularmente orientadas. (h) Nervura proeminente estriada e área internervural papilosa. Note tricoma não-glandular longo, pontiagudo, com superfície verrucosa. (i) Tricoma glandular com cabeça ovalada. (j) Estômatos com anel cuticular (setas) distribuídos aleatoriamente por entre as papilas densamente cobertas com ceras epicuticulares. (k) Corte paradérmico mostrando o aparelho estomático anisocítico (setas). Símbolos: tg (tricoma glandular), tng (tricoma não-glandular), np (nervura principal). Barras de escala = 1.0 mm (g), 2.0 mm (a, k), 20.0 (f), 100.0 μm (e, l), 200.0 μm (c, j), 300.0 μm (b, h), 400.0 μm (l), 500.0 μm (d, i).

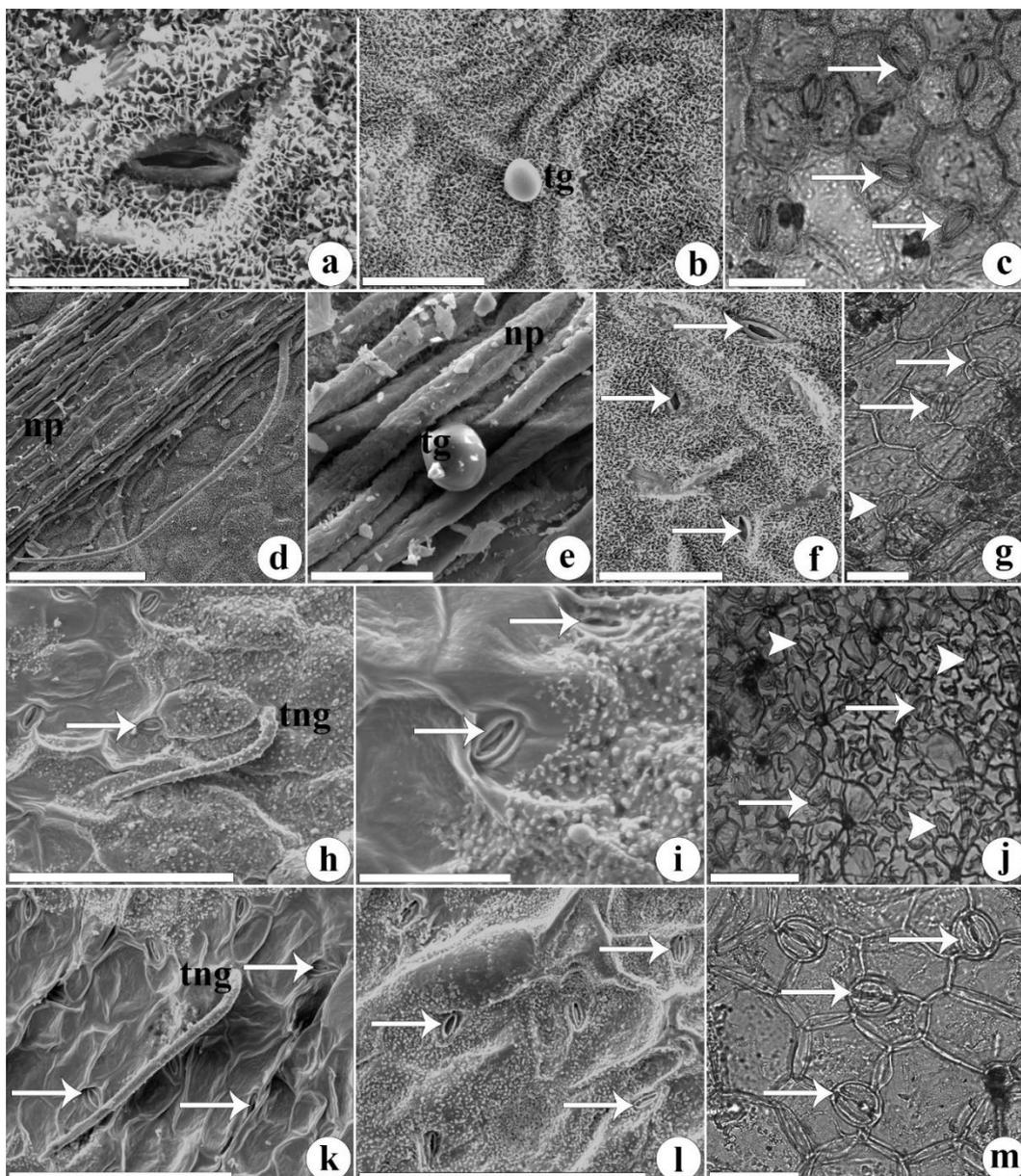


Figura 3- Morfologia das superfícies foliares das espécies de *Nissolia* Jacq. *N. brasiliensis* (a-g) e *N. chacoensis* (h-m). (a-c, k-m) Superfície adaxial; (d-g, h-j) Superfície abaxial; (a-b, d-

f, h-i, k-l) Microscopia eletrônica de varredura; (c, g, j) Microscopia de luz. (a) Ceras epicuticulares em forma de placas e anel de cutícula ao redor da fenda estomática. (b) Tricoma glandular com cabeça ovalada. (c) Corte paradérmico mostrando o aparelho estomático anisocítico (seta). (d) Superfície completamente coberta com ceras epicuticulares. Note tricoma não-glandular longo sobre a nervura estriada. (e) Tricoma glandular com cabeça esférica sobre a nervura estriada. (f) Ceras epicuticulares em placas e estômatos (setas) distribuídos aleatoriamente. Note elevação da cutícula em torno da fenda estomática. (g) Corte paradérmico demonstrando aparelho estomático do tipo anomocítico (cabeças de seta) e anisocítico (setas). (h) Detalhe mostrando tricoma não-glandular com superfície verrucosa, cera epicuticular granulada e estômatos (setas) distribuídos aleatoriamente. (i) Estômato com anel cuticular envolvido por elevação da cutícula. Note dobra formada pela elevação das paredes anticlinais. (j) Corte paradérmico, complexo estomático anisocítico (seta) e anomocítico (cabeça de seta). (k) Estrias cuticulares e tricoma não-glandular com superfície verrugosa. (l) Estômatos (setas) envoltos por uma borda cuticular saliente. Note elevações formadas pelas dobras das paredes anticlinais das células epidérmicas. (m) Corte paradérmico evidenciando aparelho estomático anisocítico (setas). Símbolos: tg (tricoma glandular), tng (tricoma não-glandular). Símbolos: tg (tricoma glandular), tng (tricoma não-glandular), np (nervura principal). Barras de escala = 1.0 mm (d, h, k), 2.0 mm (a), 20.0 μ m (b, c, f) 50.0 (j), 100.0 (g), 200.0 (i, l, m), 300.0 (e).

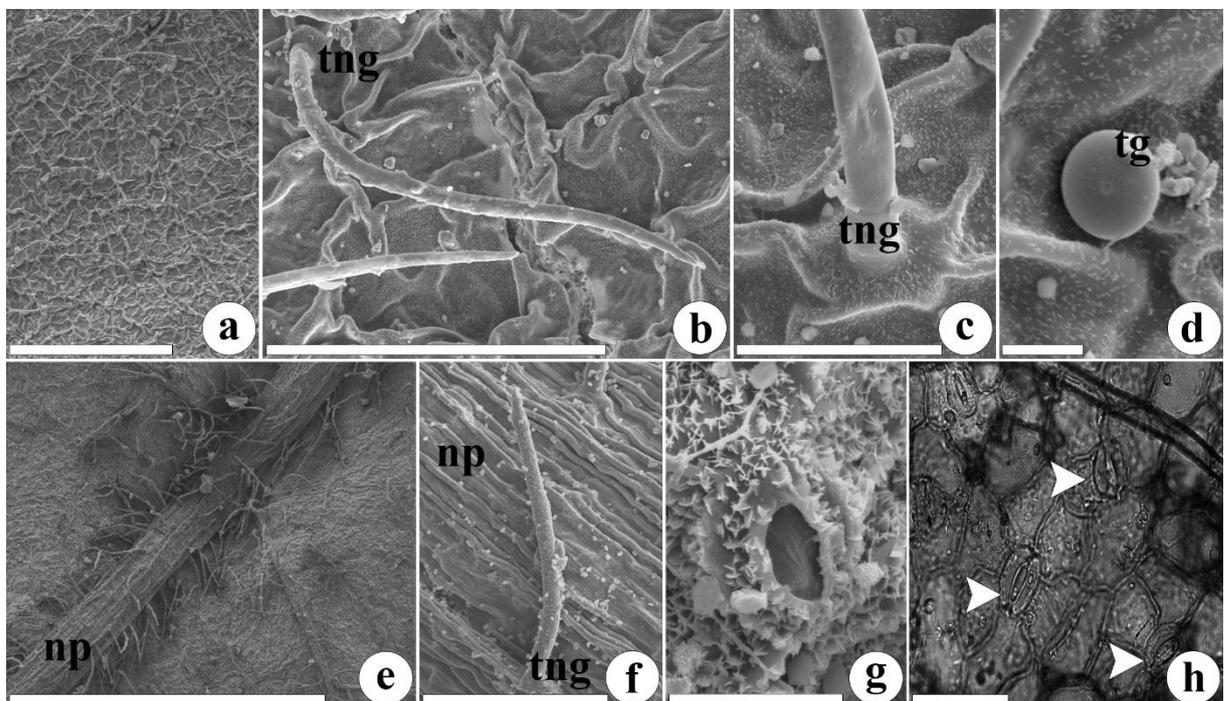


Figura 4- Morfologia das superfícies foliulares da espécie de *Nissolia* Jacq. *N. fruticosa* (a-h). (a-d) Superfície adaxial; (e-h) Superfície abaxial; (a-g) Microscopia eletrônica de varredura; (h) Microscopia de luz. (a) Superfície densamente estriada e tricomas-não glandulares esparsos. (b) Detalhe do tricoma não- glandular com verrugas proeminentes. (c) Observe a base discoide do

tricoma. (d) Tricoma glandular peltado com cabeça esférica, cera epicuticular em filamentos curtos e dobras formadas por elevações das paredes anticlinais das células epidérmicas. (e) Nervura proeminente estriada, área internervural estriada e tricomas não-glandulares longos. (f) Tricoma não-glandular com superfície verrugosa sobre a nervura estriada. (g) Estômato envolto por anel cuticular e cera epicuticular em forma de placa. Note corpos de frutificação de fungos próximos ao estômato. (h) Corte paradérmico evidenciando a presença de estômatos do tipo anomocítico (cabeça de seta). Símbolos: tg (tricoma glandular), tng (tricoma não-glandular), np (nervura principal). Barras de escala = 1.0 mm (d, g), 2.0 mm (a), 10.0 μm (i), 20.0 μm (e), 50.0 (b) 100.0 μm (c), 200.0 μm (b), 300.0 μm (f, h).

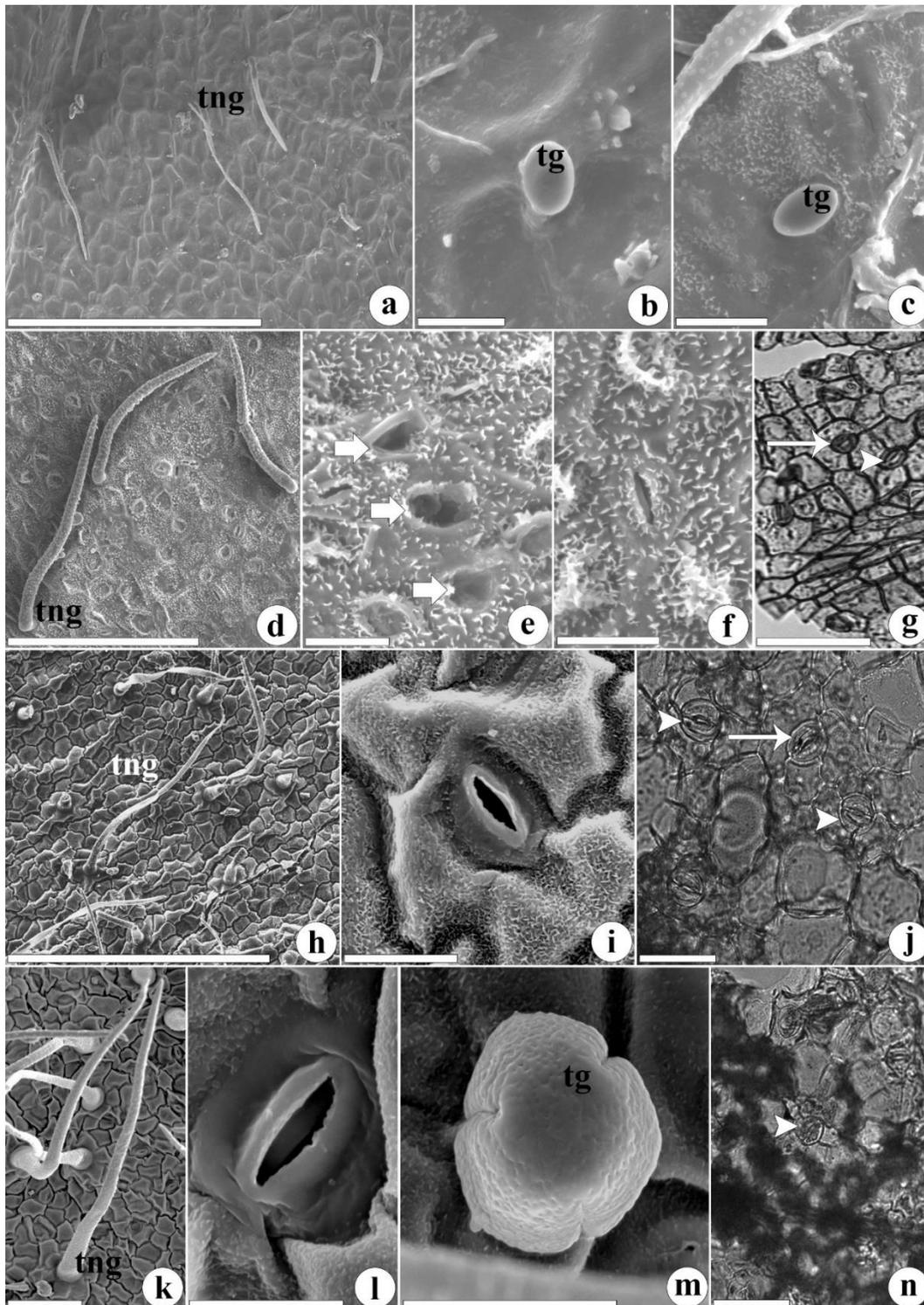


Figura 5- Morfologia das superfícies foliolares das espécies de *Nissolia* Jacq. *N. fruticosa* var. *guatemalensis* (a-g) e *N. gentryi* (h-n). (a-c, h-j) Superfície adaxial; (d-g, k-n) Superfície abaxial; (a-f, h-i, k-m) Microscopia eletrônica de varredura; (g, j, n) Microscopia de luz. (a) Aspecto geral evidenciando superfície alveolada e tricomas não-glandulares esparsos. (b-c) Tricoma glandular em formato de biruta. (d) Tricomas não-glandulares com superfície verrugosa. (e) Orifícios (setas) correspondentes a região de idioblastos de mucilagem na epiderme. (f) Estômato (seta) circundado pela cutícula; note cera epicuticular em forma de

placas dispersas. (g) Corte paradérmico, complexo estomático anisocítico (seta) e anomocítico (cabeça de seta). (h) Aspecto geral da superfície irregular, células epidérmicas poligonais com parede periclinal abaulada com tricomas não-glandulares alongados e pontiagudos. (i) Superfície ondulada coberta com filamentos de ceras epicuticulares e estômato com borda proeminente. (j) Corte paradérmico evidenciando o complexo estomático do tipo anisocítico (seta) e anomocítico (cabeça de seta). (k) Células epidérmicas poligonais e tricomas não-glandulares longos com base intumescida e superfície verrucosa. (l) Estômato com borda saliente ao redor da fenda. (m) Tricoma glandular com superfície rugosa. (n) Corte paradérmico mostrando aparelho estomático do tipo anomocítico (cabeças de seta). Símbolos: tg (tricoma glandular), tng (tricoma não-glandular), np (nervura principal). Barras de escala= 1.0 mm (a, e, i, l), 10.0 μm (n), 20.0 μm (k, o), 50.0 μm (c, d, g, h), 200.0 μm (f, m), 300.0 μm (b), 400.0 μm (j).

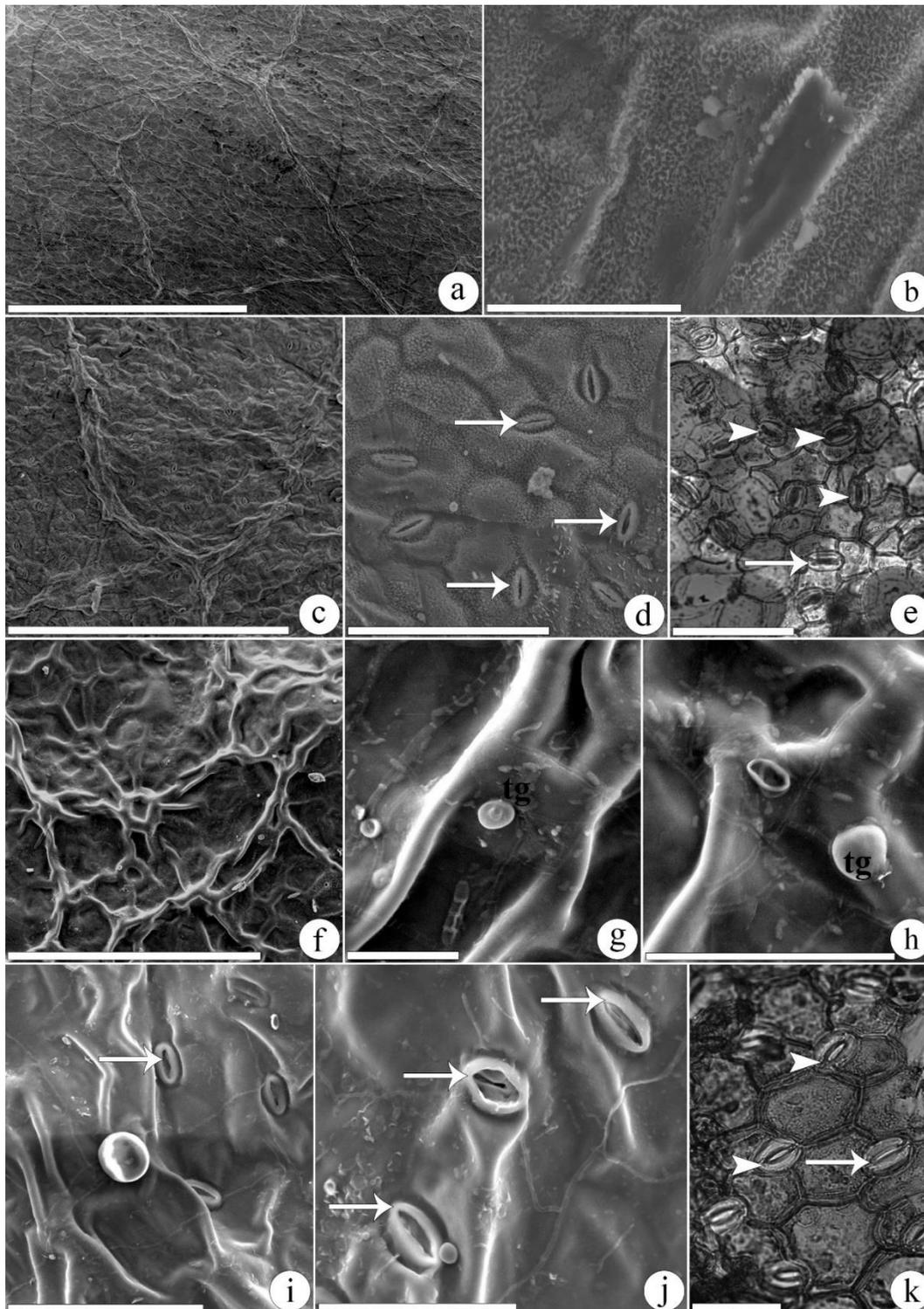


Figura 6- Morfologia das superfícies foliares das espécies de *Nissolia* Jacq. *N. hintonii* (a-e) e *N. klugii* (f-k). (a-b, f-h) Superfície adaxial; (c-e, i-k) Superfície abaxial; (a) Microscopia eletrônica de varredura; (e, k) Microscopia de luz. (a) Visão geral da Superfície estriada e glabra. (b) Superfície completamente coberta com ceras epicuticulares em forma de placa. (c) Aspecto geral da superfície estriada e glabra. (d) Células epidérmicas com parede periclinal abaulada e estômatos (setas) com borda saliente e ceras epicuticulares em placas. (e) Corte paradérmico anisocítico (setas) e anomocítico (cabeça de seta). (f) Aspecto geral da superfície,

elevações das paredes anticlinais e cutícula densamente reticulada e glabra. (g-h) Tricomas glandulares peltados. (i) Tricoma glandular peltado com cabeça esférica colapsada. (j) Células comuns da epiderme com paredes anticlinais elevadas e estômatos (setas) salientes envolvidos com anel de cutícula. (k) Corte paradérmico com complexo estomático do tipo anisocítico (seta) e anomocítico (cabeça de seta). Símbolos: tng (tricoma não-glandular), tg (tricoma glandular). Barras de escalas= 1.0 mm (f, j), 2.0 mm (a, c), 20.0 μm (b), 50.0 μm (e, h, i, k), 200.0 μm (l), 300.0 μm (g), 500.0 μm (d).

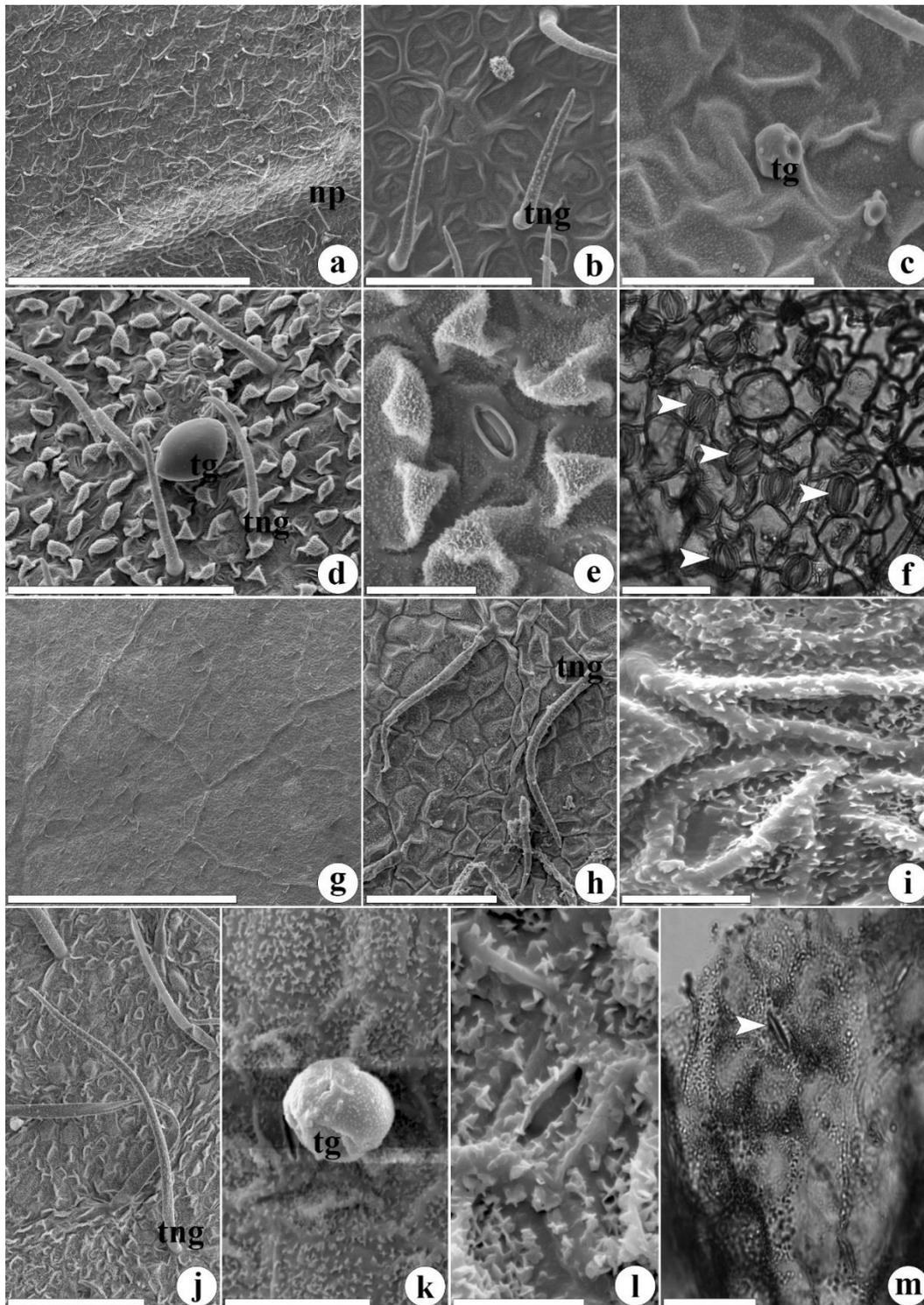


Figura 7- Morfologia das superfícies foliolares das espécies de *Nissolia* Jacq. *N. latisiliqua* (a-f) e *N. laxior* (g-m). (a-c, g-i) Superfície adaxial; (d-f, j-m) Superfície abaxial; (a-e, g-l) Microscopia eletrônica de varredura; (f, m) Microscopia de luz. (a) Aspecto geral mostrando nervura proeminente, superfície reticulada e tricomas não-glandulares abundantes. (b) Detalhe mostrando superfície epidérmica reticulada e tricomas não-glandulares com superfície verrugosa. (c) Tricoma glandular sésstil com cabeça esférica. Note dobras formadas por elevações das paredes anticlinais das células epidérmicas. (d) Tricomas não-glandulares

simples, eretos com a superfície verrucosa e tricoma glandular com cabeça oval. (e) Estômato com borda proeminente circundado por papilas cônicas completamente recobertas com ceras epicuticulares em forma de placas ou filamentos. (f) Corte paradérmico com estômatos anomocítico (cabeça de seta). (g) Aspecto geral mostrando nervuras proeminentes e tricomas não-glandulares esparsos. (h) Detalhe mostrando células epidérmicas irregulares, com paredes anticlinais elevadas e tricoma não-glandular com superfície verrucosa. (i) Detalhe mostrando elevações das paredes das células epidérmicas e ceras epicuticulares em forma de placas ou filamentos curtos. (j) Detalhe mostrando tricoma não-glandular e células epidérmicas papilhosas. (k) Tricoma glandular com cabeça esférica. (l) Estômato com borda proeminente completamente coberto com ceras epicuticulares em placas. (m) Corte paradérmico. Símbolos: tg (tricoma glandular), tng (tricoma não-glandular), np (nervura principal). Barras de escalas= 1.0 mm (a), 2.0 mm (g), 20.0 μm (e, k), 50.0 μm (c, l), 100.0 μm (b), 200.0 μm (d, f), 300.0 μm (h, i, m), 400.0 μm (j).

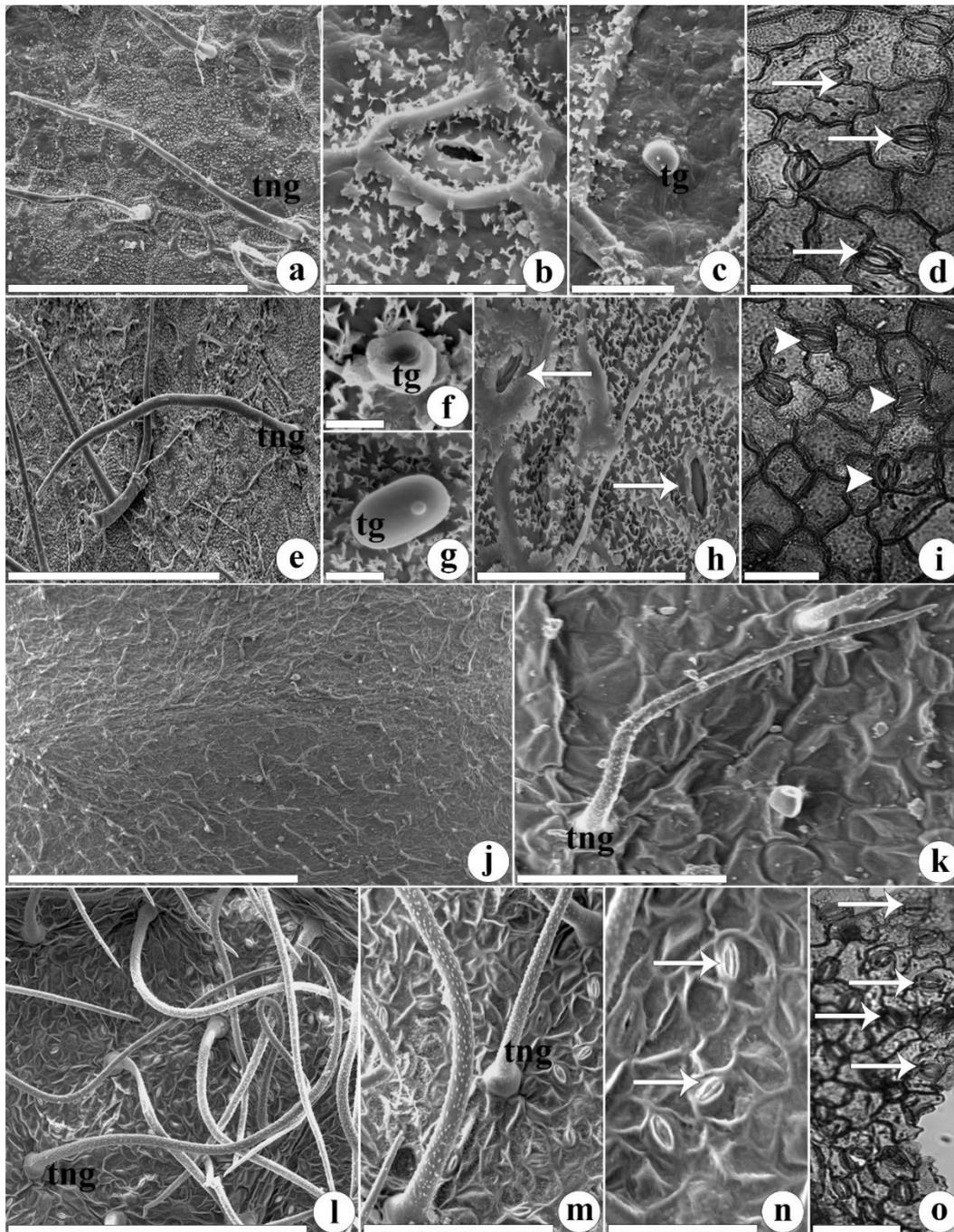


Figura 8- Morfologia das superfícies foliares das espécies de *Nissolia* Jacq. *N. longiflora* (a-i) e *N. microptera* (j-o). (a-d, j-k) Superfície adaxial; (e-i, l-o) Superfície abaxial; (a-c, e-h, j-n) Microscopia eletrônica de varredura; (d, i, o) Microscopia de luz. (a) Detalhe mostrando superfície coberta com ceras epicuticulares e tricoma não-glandular com superfície lisa. (b) Estômato circundado pela cutícula elevada e dobras das paredes anticlinais das células subsidiárias. (c) Tricoma glandular com cabeça esférica a oval e ceras epicuticulares em placas. (d) Corte paradérmico demonstrando estômatos do tipo anisocítico (seta). (e) Detalhe de tricoma não-glandulares esparsos. (f) Tricoma glandular. (g) Tricoma glandular com cabeça em formato de biruta. (h) Ceras epicuticulares reunidas em pequenos flocos e estômatos (setas) rodeados por um anel espesso de cutícula. (i) Corte paradérmico com a presença de estômatos

anomocíticos. Superfície adaxial. (j) Superfície revestida com tricomas não-glandulares. (k) Células epidérmicas irregulares, com cutícula lisa e tricoma não-glandular longo, com superfície verrugosa e base discóide. (l) Aspecto geral mostrando tricomas não-glandulares longos e pontiagudos. (m) Superfície reticulada, estômatos e tricomas não-glandulares com a base discoide. (n) Detalhe mostrando a superfície reticulada lisa e estômatos (setas) envolvidos por uma borda saliente. (o) Corte paradérmico com estômatos anisocíticos (seta). Símbolos: tng (tricoma não-glandular), tg (tricoma glandular), np (nervura principal). Barras de escalas= 1.0 mm (a, l), 2.0 mm (f, j), 20.0 μm (h, i), 50.0 μm (c, d, g), 100.0 μm (m, o, p), 200.0 μm (b, k), 400.0 μm (e, n).

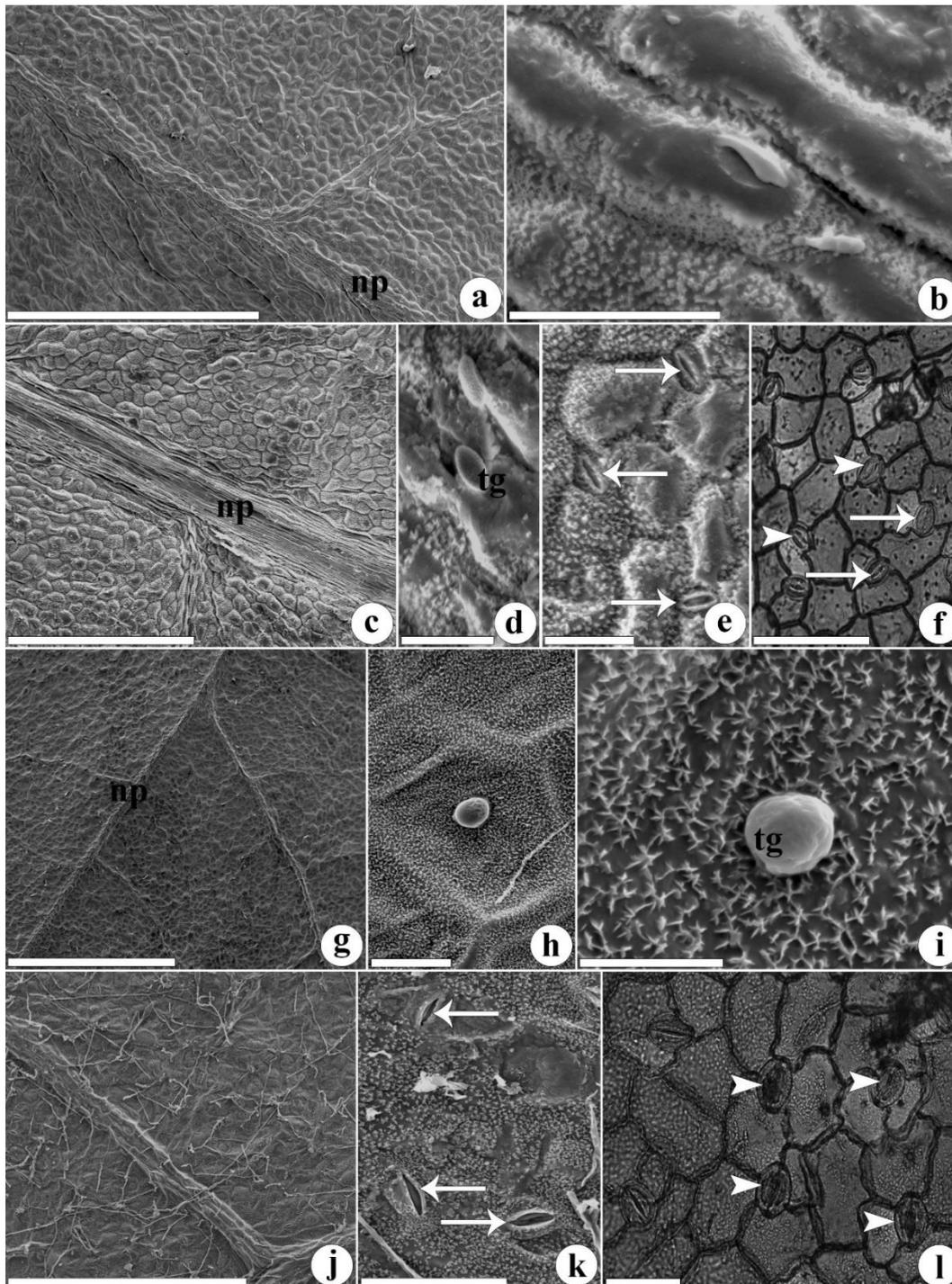


Figura 9- Morfologia das superfícies foliolares das espécies de *Nissolia* Jacq. *N. leiogyne* (a-f) e *N. montana* (g-l). (a-b, j-k) Superfície adaxial; (c-f, g-l) Superfície abaxial; (a-e, g-k) Microscopia eletrônica de varredura; (f, l) Microscopia de luz. (a) Aspecto geral mostrando superfície estriada e células epidérmicas papilosas. (b) Células epidérmicas com a parede periclinal abaulada ou papilosa e ceras epicuticulares em placas ou grânulos. (c) Aspecto geral mostrando nervura principal estriada e células epidérmicas papilosas. (d) Tricoma glandular em forma de biruta. (e) Detalhe mostrando células papilosas cobertas com ceras epicuticulares em placas e estômatos (setas) com borda saliente em torno da fenda estomática. (f) Corte

paradérmico mostrando estômatos do tipo anisocítico (seta) e anomocítico (cabeça de seta). (g) Aspecto geral mostrando nervuras proeminentes e áreas internervurais reticuladas. (h) Ceras epicuticulares revestindo completamente a superfície foliar. (i) Tricoma glandular com cabeça esférica e ceras epicuticulares em placas ou filamentos curtos. (j) Aspecto geral mostrando nervuras proeminentes estriadas e tricomas não-glandulares. (k) Ceras epicuticulares em placas e estômatos (setas) com borda saliente sobre a fenda estomática. (l) Corte paradérmico com estômato do tipo anomocítico (cabeça de seta). Símbolos: tg (tricoma glandular), tng (tricoma não-glandular), np (nervura principal). Barras de escala = 2 mm (a, d, e, g, j), 200 μm (b, c, f, h, k), 300 μm (i, l).

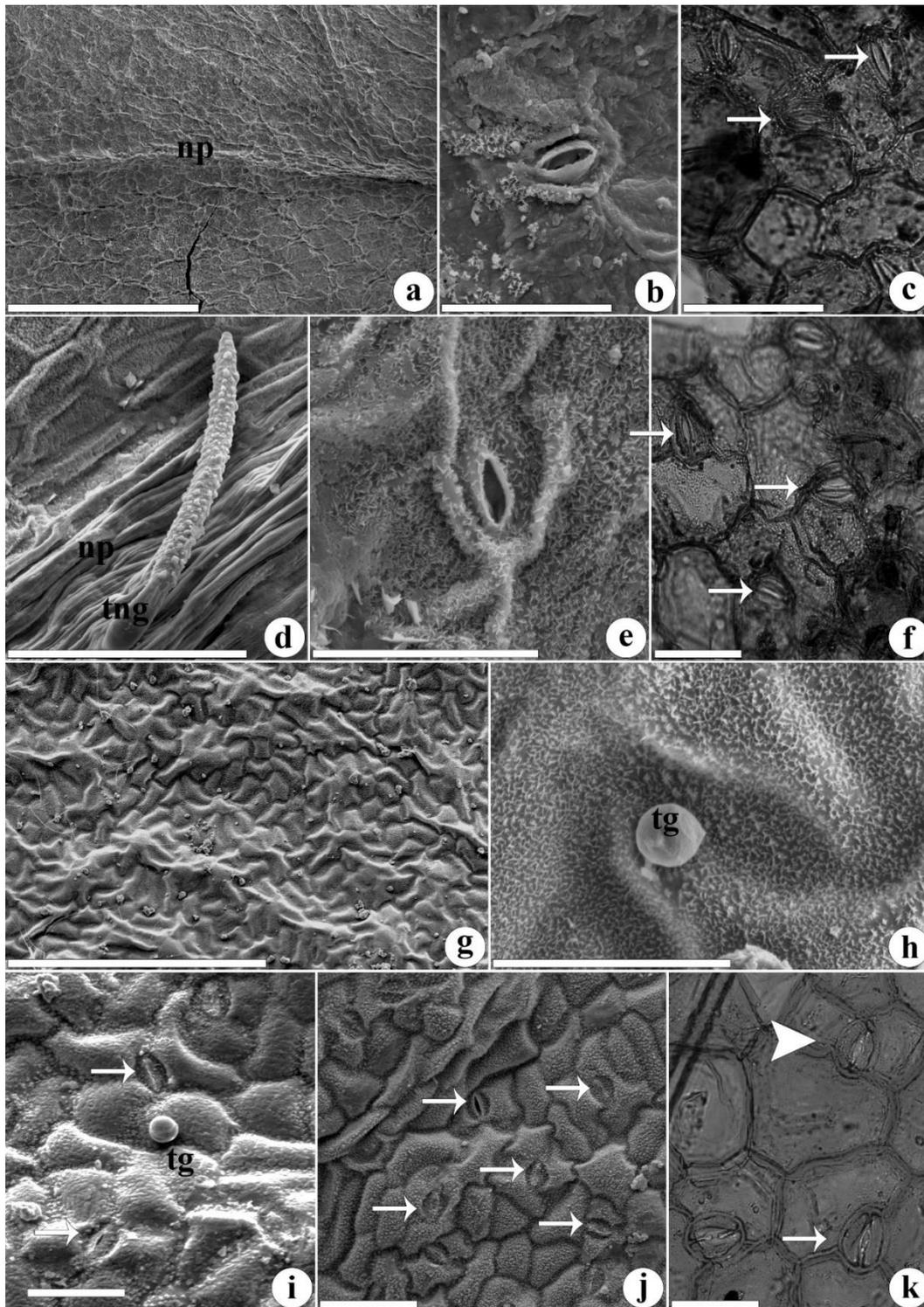


Figura 10- Morfologia das superfícies foliolares das espécies de *Nissolia* Jacq. *N. nigricans* (a-f) e *N. platycarpa* (g-k). (a-c, g-h) Superfície adaxial; (d-e, i-k) Superfície abaxial; (a-b, d-e, g-j) Microscopia eletrônica de varredura; (c, f, k) Microscopia de luz. (a) Nervura proeminente estriada e área internervural reticulada. (b) Estômato com borda saliente e ceras epicuticulares em placas ou crostas. (c) Corte paradérmico evidenciando estômatos do tipo anisocítico (seta). (d) Tricoma não-glandular curto, com superfície rugosa e ápice cônico. (e) Ceras epicuticulares em forma de placas e estômato com borda saliente. (f) Corte paradérmico com estômatos

anisocítico (seta). (g) Aspecto geral mostrando superfície ondulada estriada e tricomas glandulares. (h) Ceras epicuticulares em forma de placas e tricoma glandular peltado, com cabeça esférica. (i) Aspecto geral mostrando superfície ondulada e tricoma glandular. (j) Células epidérmicas com formato irregular, abauladas e estômatos (setas) distribuídos aleatoriamente. (k) Corte paradérmico com estômatos do tipo anisocítico (seta) e anomocítico (cabeça de seta). Símbolos: tg (tricoma glandular), tng (tricoma não-glandular), np (nervura principal). Barras de escalas= 1.0 mm (a, c, f), 50.0 μm (b, d, g, k), 100.0 μm (e, h, l), 200.0 μm (j).

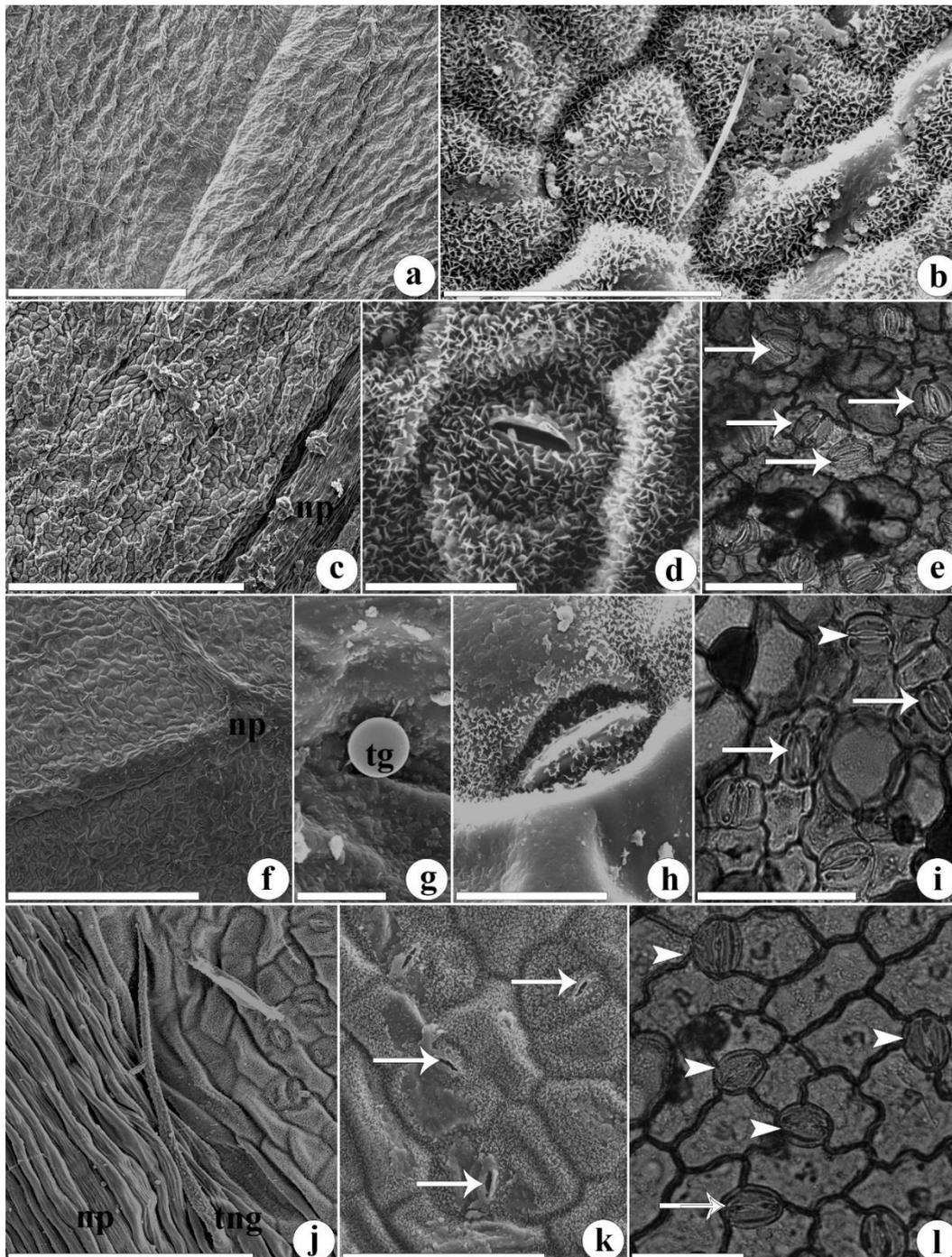


Figura 11- Morfologia das superfícies foliolas das espécies de *Nissolia* Jacq. *N. platycalyx* (a-e) e *N. pringlei* (f-l). (a-b, f-i) Superfície adaxial; (c-e, j-l) Superfície abaxial; (a-d,f-h, j-k) Microscopia eletrônica de varredura; (e, i, l) Microscopia de luz. (a) Aspecto geral mostrando superfície irregular, densamente estriada. (b) Células epidérmicas abauladas revestidas com cera epicuticular em forma de placas. (c) Aspecto geral mostrando nervura principal estriada e área internervural irregular recoberta com ceras epicuticulares. (d) Detalhe mostrando ceras epicuticulares em forma de placas e estômato com borda cuticular saliente. (e) Corte paradérmico com estômatos do tipo anisocítico (seta). (f) Aspecto geral mostrando nervura principal estriada e áreas internervurais com superfície irregular, glabra. (g) Tricoma glandular

com cabeça esférica. (h) Estômato completamente coberto com cera epicuticular em placas. Note elevação das paredes anticlinais das células epidérmicas adjacentes. (i) Corte paradérmico com estômato do tipo anisocítico (seta) e anomocítico (cabeça de seta). (j) Nervura principal proeminente estriada com tricomas não-glandulares com superfície verrucosa, esparsos e área internervural papilosa. (k) Estômatos (setas) com borda saliente sobre a fenda estomática, completamente recobertos com ceras epicuticulares em forma de placas. (l) Corte paradérmico com estômatos anisocítico (seta) e anomocítico (cabeça de seta). Símbolos: tg (tricoma glandular), tng (tricoma não-glandular), np (nervura principal). Barras de escalas= 1.0 mm (a, e, h), 50 μm (b, f), 100 μm (g, j), 200 μm (d, i), 500.0 μm (c).

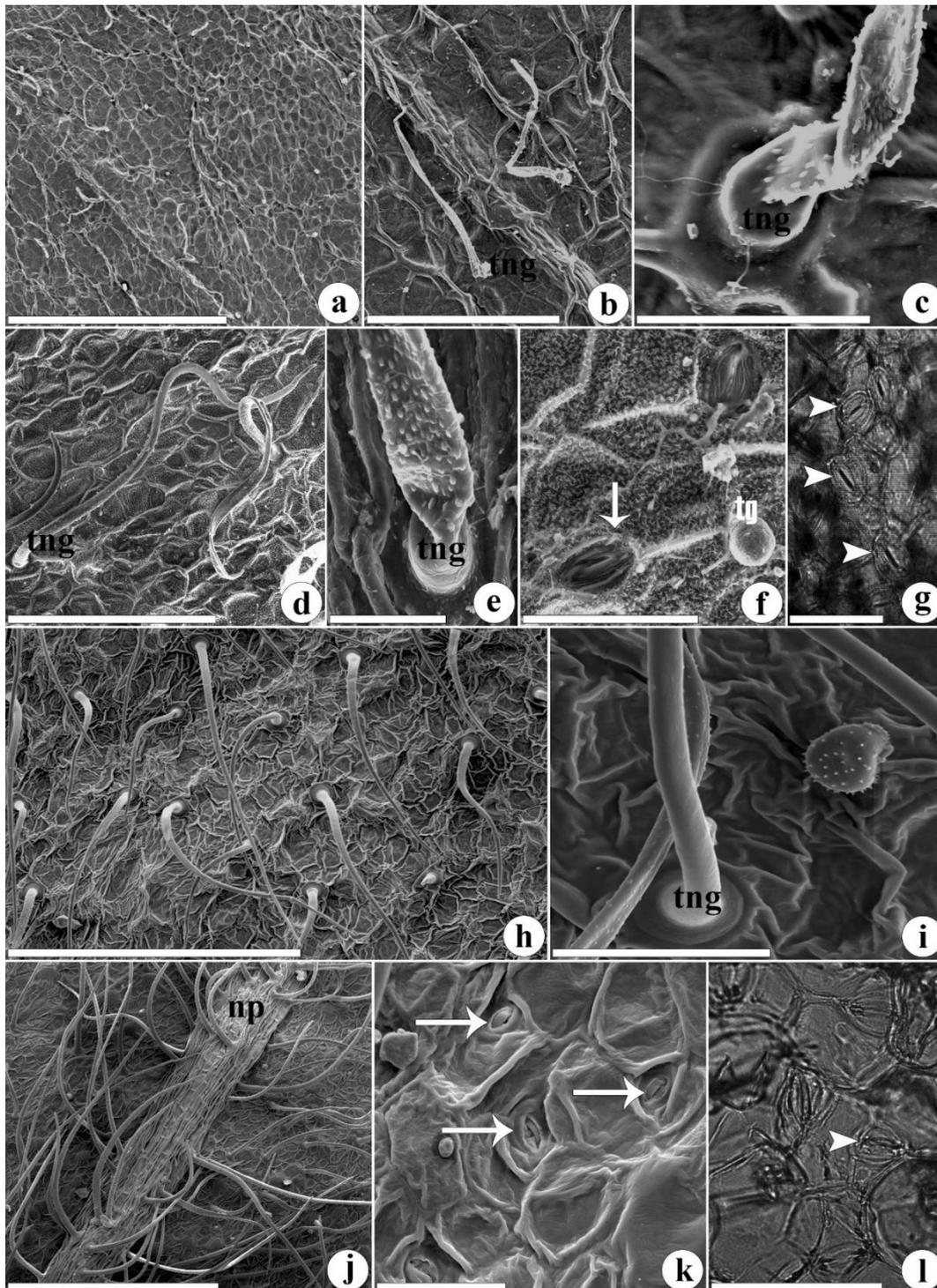


Figura 12- Morfologia das superfícies foliolares das espécies de *Nissolia* Jacq. *N. rondonensis* (a-g) e *N. vincentina* (h-l). (a-c, h-i) Superfície adaxial; (d-g, j-l) Superfície abaxial; (a-f, h-k) Microscopia eletrônica de varredura; (g, l) Microscopia de luz. (a) Aspecto geral mostrando superfície reticulada e tricomas não-glandulares esparsos. (b) Células epidérmicas com paredes anticlinais elevadas formando retículos e tricomas não-glandulares. (c) Parte de tricoma não-glandular mostrando a base intumescida. (d) Células epidérmicas poligonais, com as paredes anticlinais elevadas. Note tricomas não-glandulares longos e sinuosos, com ápice pontiagudo. (e) Detalhe, observe a superfície verrucosa do tricoma. (f) Superfície revestida com ceras

epicuticulares, tricoma glandular peltado com cabeça oval, estômato (seta) com borda saliente e elevações das paredes anticlinais das células epidérmicas. (g) Corte paradérmico evidenciando estômatos do tipo anomocítico (cabeça de seta). (h) Aspecto geral mostrando superfície reticulada e numerosos tricomas não-glandulares longos e ápice pontiagudos. (i) Detalhe do tricoma não-glandular mostrando base discoide e superfície verrucosa. (j) Nervura principal proeminente estriada com tricomas não-glandulares longos. (k) Estômatos (setas) distribuídos aleatoriamente. Note dobras formadas pela elevação das paredes anticlinais das células epidérmicas. (l) Corte paradérmico com estômatos anomocítico (cabeça de seta). Símbolos: tg (tricoma glandular), tng (tricoma não-glandular), np (nervura principal). Barras de escalas= 1.0 mm (a, g, i), 2.0 mm (d, k), 50 μm (c, e, l), 200 μm (f), 400.0 μm (h), 500.0 μm (b).

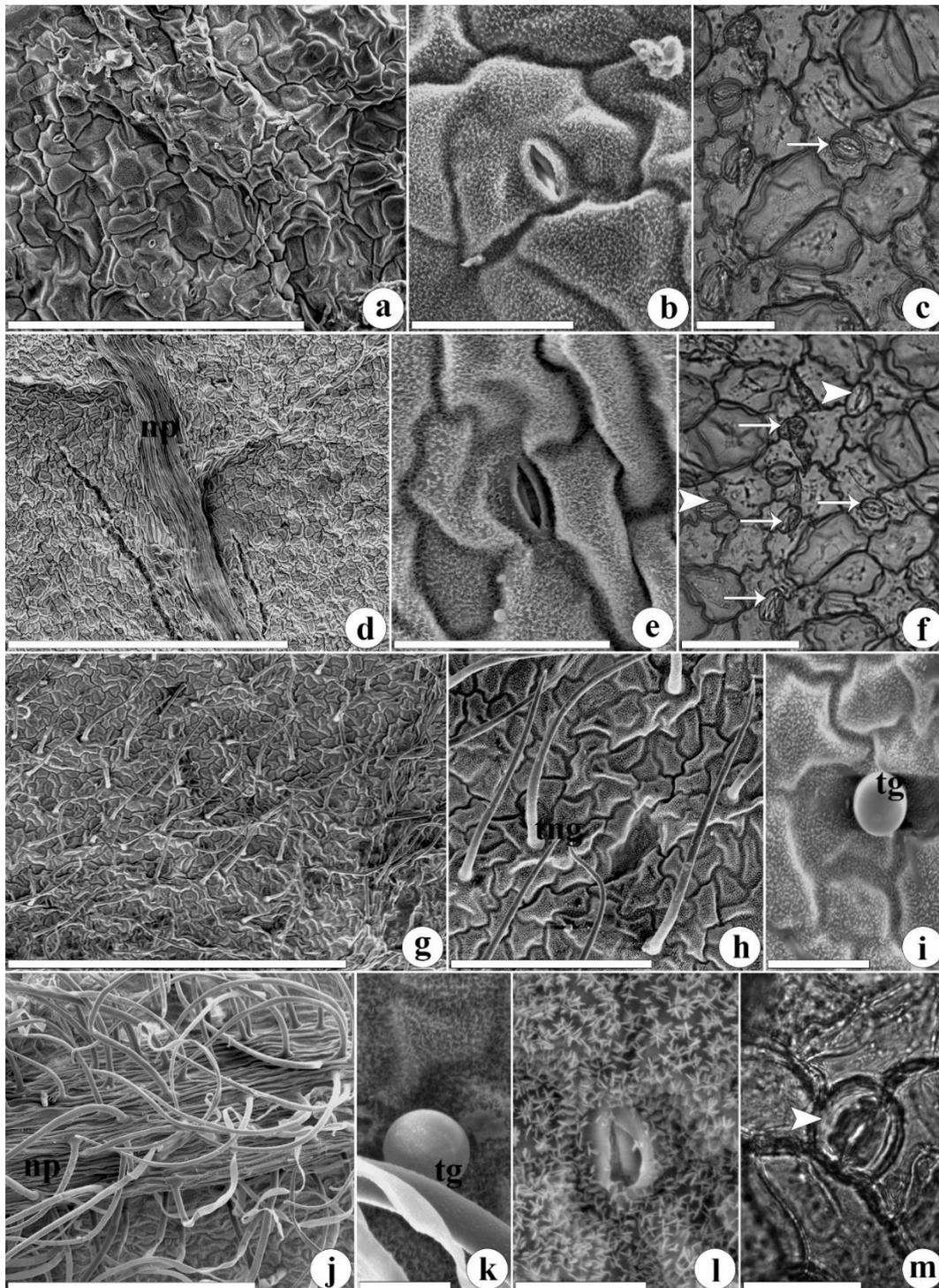


Figura 13- Morfologia das superfícies foliolas das espécies de *Nissolia* Jacq. *N. schottii* (a-f) e *N. tomentosa* (g-m). (a-c, g-i) Superfície adaxial; (d-f, j-m) Superfície abaxial; (a-b, d-e, g-l) Microscopia eletrônica de varredura; (c, f, m) Microscopia de luz. (a) Aspecto geral mostrando superfície glabra e células epidérmicas abauladas com tamanhos e contornos variáveis. (b) Ceras epicuticulares em forma de placas. Note estômato envolto por uma borda cuticular elevada. (c) Corte paradérmico com estômatos do tipo anisocítico. (d) Aspecto geral mostrando nervura proeminente estriada e área internervural com superfície irregular, glabra. (e) Estômato envolto por uma borda cuticular saliente e cera epicuticular em placas ou

filamentos curtos. (f) Corte paradérmico evidenciando a presença de estômatos anisocíticos (seta) e anomocíticos (cabeça de seta). (g) Aspecto geral mostrando células epidérmicas com tamanhos e formatos irregulares e tricomas não-glandulares pontiagudos. (h) Detalhe mostrando células epidérmicas irregulares cobertas com ceras epicuticulares e tricomas não-glandulares. (i) Tricoma glandular com cabeça esférica. (j) Aspecto geral mostrando tricomas não-glandulares em abundância. (k) Tricoma glandular com cabeça esférica. (l) Detalhe mostrando ceras epicuticulares abundantes em forma de placas e estômato envolvido por borda saliente. (m) Corte paradérmico com estômato anomocítico (cabeça de seta). Símbolos: tg (tricoma glandular), tng (tricoma não-glandular), np (nervura principal). Barras de escalas= 1.0 mm (c, e, i), 20.0 µm (k), 50.0 µm (d), 100.0 µm (b, g, h, l), 200.0 µm (f), 400.0 µm (a, j).

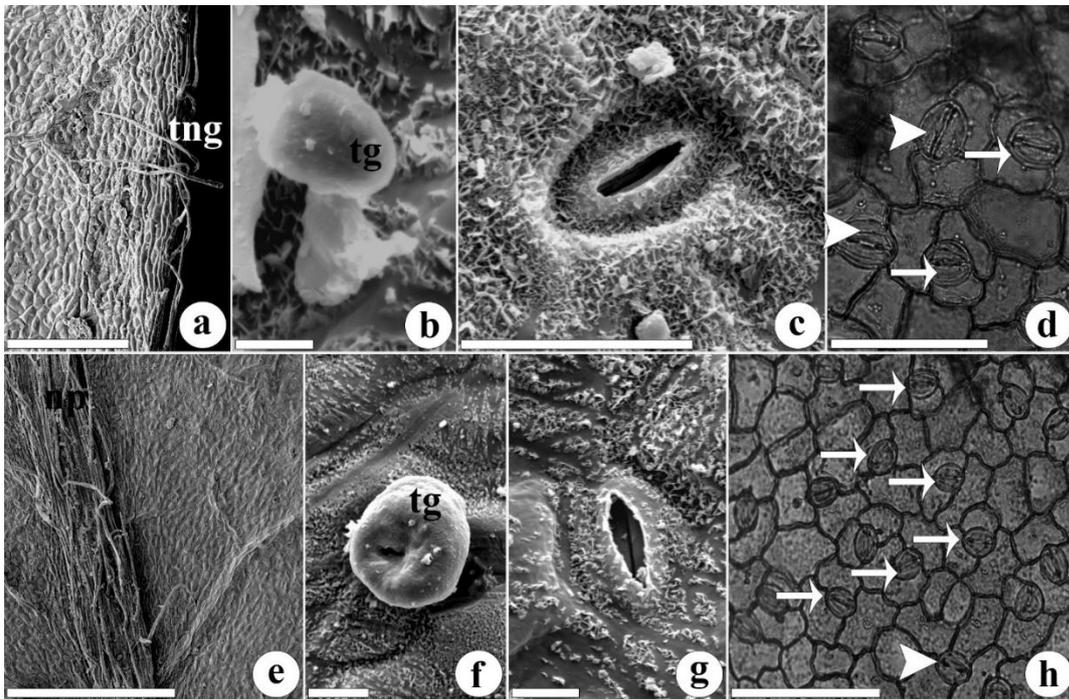


Figura 14- Morfologia das superfícies foliolares da espécie de *Nissolia* Jacq. *N. wislizeni* (a-h). (a-d) Superfície adaxial; (e-h) Superfície abaxial; (a-c, e-g) Microscopia eletrônica de varredura; (d, h) Microscopia de luz. (a) Aspecto geral mostrando nervuras laterais salientes, superfície estriada e tricomas não-glandulares esparsos na margem do foliolo. (b) Tricoma glandular em forma de biruta. (c) Ceras epicuticulares em placas e estômato com uma borda saliente sobre a fenda estomática. (d) Corte paradérmico com estômatos dos tipos anisocítico (seta) e anomocítico (cabeça de seta). (e) Nervuras principal e laterais salientes com tricomas não-glandulares esparsos. (f) Tricoma glandular com cabeça esférica (parcialmente colapsada). (g) Cera epicuticular em placas e estômato com borda proeminente sobre a fenda estomática. (h) Corte paradérmico, com estômatos do tipo anisocítico (setas) e anomocítico (cabeças de seta). Símbolos: tg (tricoma glandular), tng tricoma não-glandular), np (nervura principal). Barras de escalas= 1.0 µm (d, e), 2.0 mm (a), 10.0 µm (c), 20.0 µm (b, f), 50.0 µm (g).

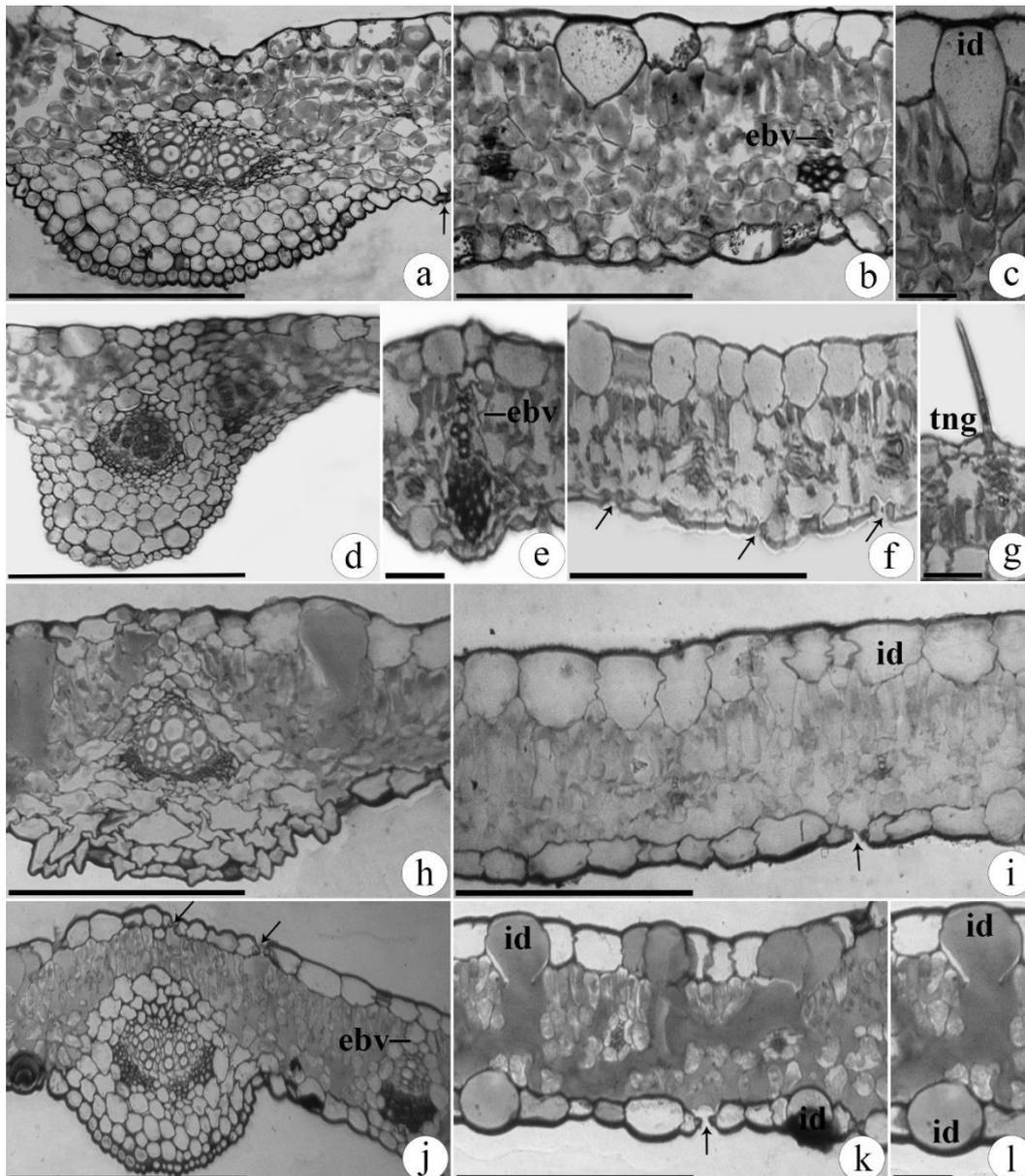


Figura 15- Secções transversais do limbo foliolar de espécies de *Nissolia* Jacq. *N. acutifolia* (a-c), *N. blanchetiana* (d-g), *N. bracteosa* (h-i) e *N. brasiliensis* (j-l). (a, d, h, j) Nervura central proeminente na face abaxial. (a) Nervura principal levemente côncava na face adaxial. (d, h) Nervura principal plana na face adaxial. (j) Nervura principal convexa na face adaxial. (b, e, j) Nervura lateral com extensão da bainha do feixe vascular na face adaxial. (b, f, i, k) Epiderme unisseriada e mesofilo dorsiventral. (b-c, f, h, i, k-l) Idioblastos epidérmicos volumosos, translucente ou com conteúdo denso. (c, l) Idioblasto epidérmico expandido para o interior do mesofilo. (g) Tricoma não-glandular. Símbolos: ebv (extensão da bainha vascular), id (idioblasto), gt (tricoma glandular), ngt (tricoma não-glandular), setas (estômatos). Barras de escalas= 100 μ m (a, b, c), 200 μ m (d, e, f, g, h, i, j, k, l).

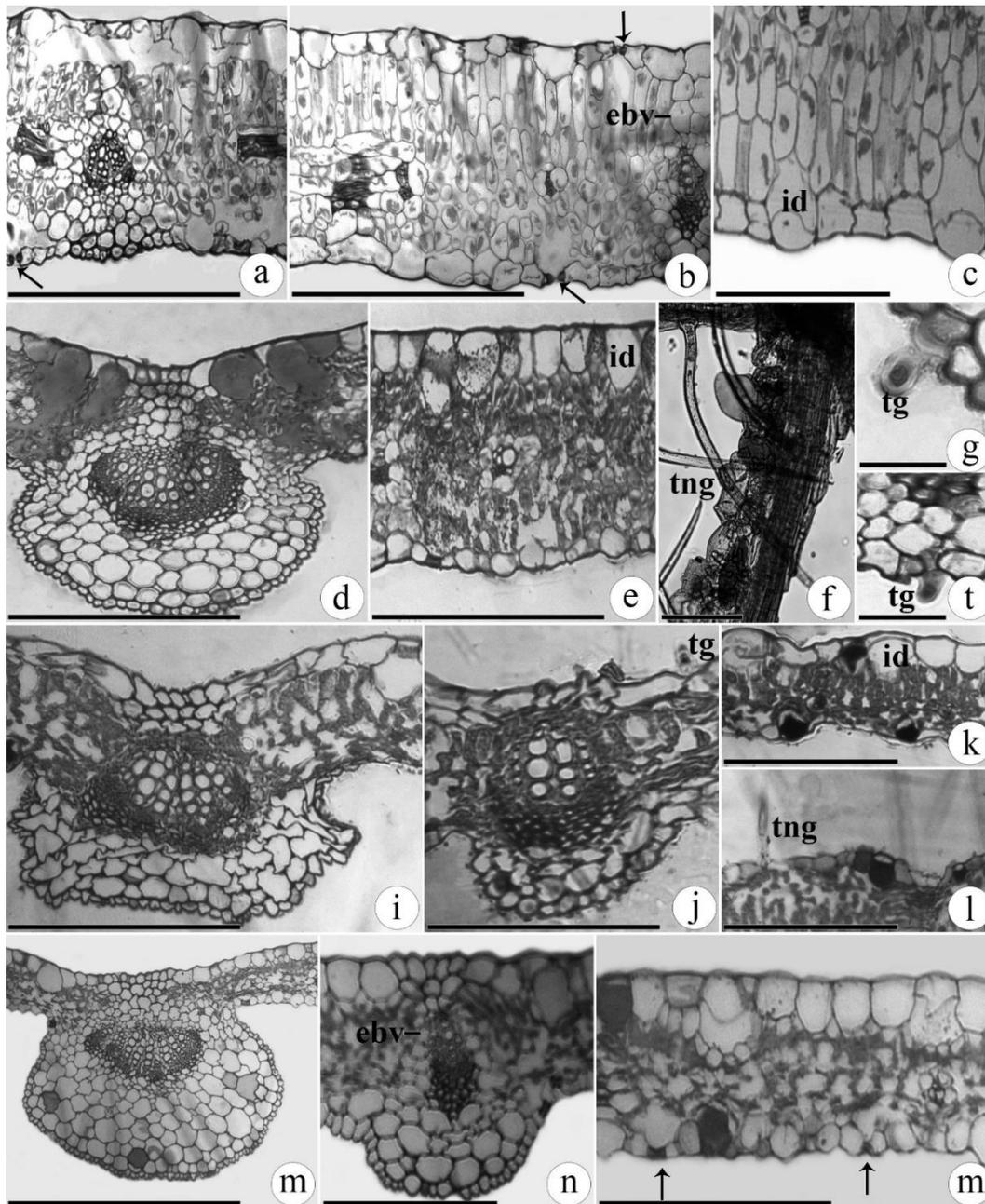


Figura 16- Secções transversais do limbo foliolar de espécies de *Nissolia* Jacq. *N. chacoensis* (a-c), *N. fruticosa* (d-h), *N. fruticosa* (i-l) e *N. fruticosa* var. *guatemalensis* (m-o). (a) Nervura principal plana nas duas superfícies foliares. (d, i,m) Nervura principal proeminente na face adaxial. (i, m) Nervura lateral proeminente na face Abaxial. (b) Feixe vascular com extensão de bainha nas duas faces. (e) Feixe vascular com células da bainha parenquimática volumosas. (n) Nervura lateral com extensão da bainha do feixe vascular na face adaxial. (b, e, k, o) Epiderme unisseriada e mesofilo dorsiventral. (c, k, o) Epiderme localmente bisseriada na face abaxial. (c, e, k, n-o) Idioblastos translúcidos ou com conteúdo denso na epiderme. (g-h) Tricomas glandulares sésseis. (f, l) Tricoma não-glandular. Símbolos: ebv (extensão da bainha vascular), id (idioblasto), gt (tricoma glandular), ngt (tricoma não-glandular), setas (estômatos). Barras de escalas= 100 μ m (e, f, i), 200 μ m (a, b, c, d, j, k, l, m, n).

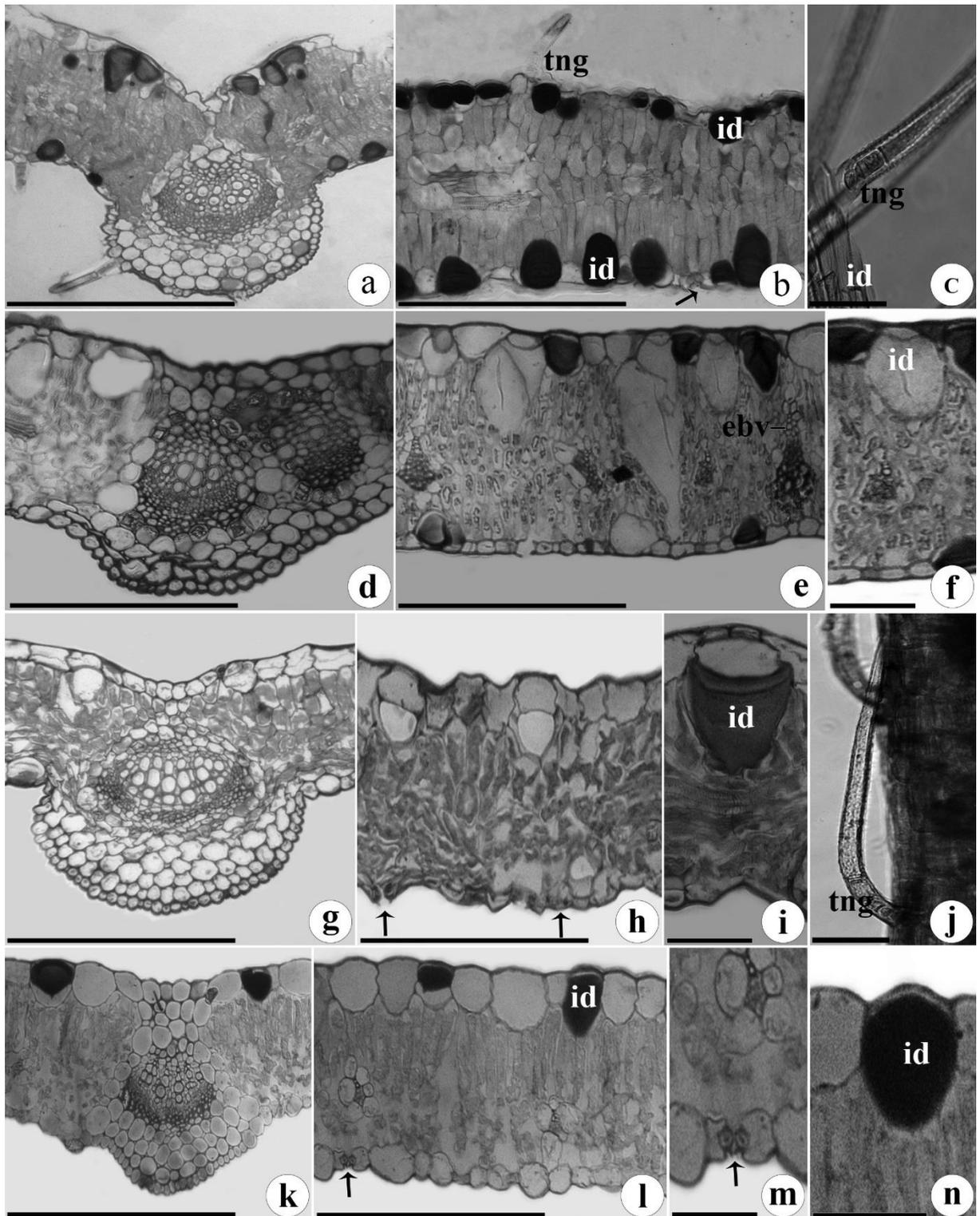


Figura 17- Secções transversais do limbo foliolar de espécies de *Nissolia* Jacq, *N. gentryi* (a-c), *N. hintonii* (d-f), *N. klugii* (g-j) e *N. leiogyne* (k-n). (a, d, g, k) Nervura principal saliente na face abaxial e levemente côncava na face adaxial. (b) Epiderme unisseriada e mesofilo isolateral. (f, i, l) Epiderme localmente bisseriada e mesofilo dorsiventral. (e) Feixe vascular com extensão da bainha em ambas as faces. (b, e, f, h, i, k-l, n) Idioblastos volumosos transluzentes ou com conteúdo denso na epiderme, frequentemente projetado para o interior do mesofilo. (c, j) Tricoma não-glandular. (m) Detalhe do estômato, evidenciando as cristas

estomáticas e células epidérmicas adjacentes volumosas projetadas sobre o aparelho estomático. Símbolos: ebv (extensão da bainha vascular), id (idioblasto), gt (tricoma glandular), ngt (tricoma não-glandular), setas (estômatos). Barras de escalas= 50 μm (d), 100 μm (b, j), 200 μm (a, c, e, f, g, h, i, k, l, m, n).

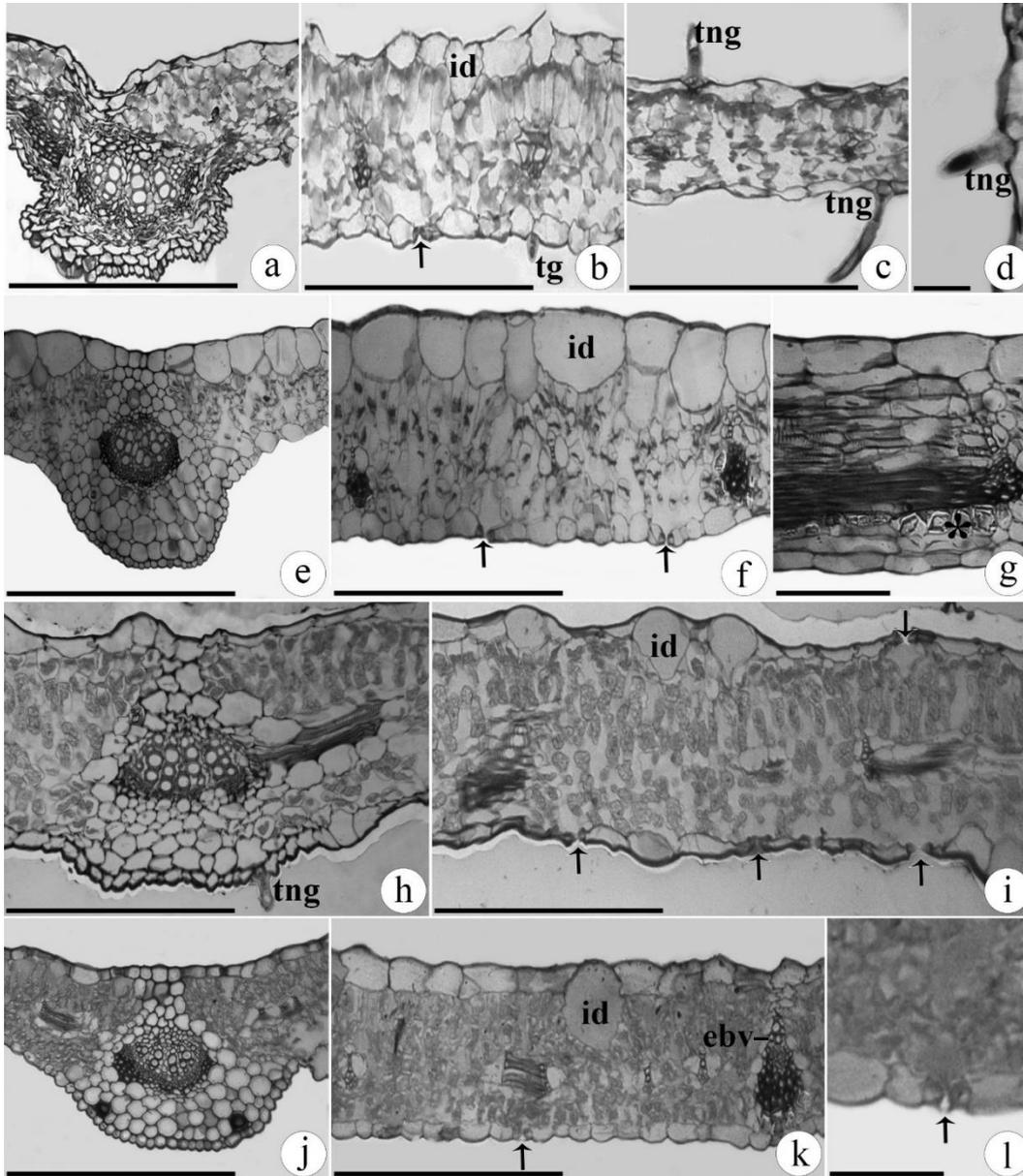


Figura 18- Secções transversais do limbo foliolar de espécies de *Nissolia* Jacq. *N. longiflora* (a-d), *N. montana* (e-g), *N. platycarpa* (h-i) e *N. pringlei* (j-l). (a, e, h, j) Nervura principal proeminente na face abaxial. (a) Nervura principal côncava na face adaxial. (e, j) Nervura principal plana na face adaxial. (h) Nervura principal convexa na face adaxial. (b, f-g, k) Feixe vascular com extensão de bainha. (b, f, i, k) Epiderme unisseriada e mesofilo dorsiventral. (g) Cristais prismáticos de oxalato de cálcio (asterisco) na endoderme. (b, f, i, j, k) Idioblastos volumosos com conteúdo denso ou translúcente na epiderme, frequentemente projetados para o interior do mesofilo. (l) Detalhe do estômato, evidenciando as cristas estomáticas. (b-d, h)

Tricoma não-glandular. Símbolos: ebv (extensão da bainha vascular), id (idioblasto), ng (tricoma não-glandular), setas (estômatos), asterisco (cristal prismático de oxalato de cálcio). Barras de escalas= 50 μm (d), 100 μm (b, f, h), 200 μm (a, c, e, f, g, i, j, k, l).

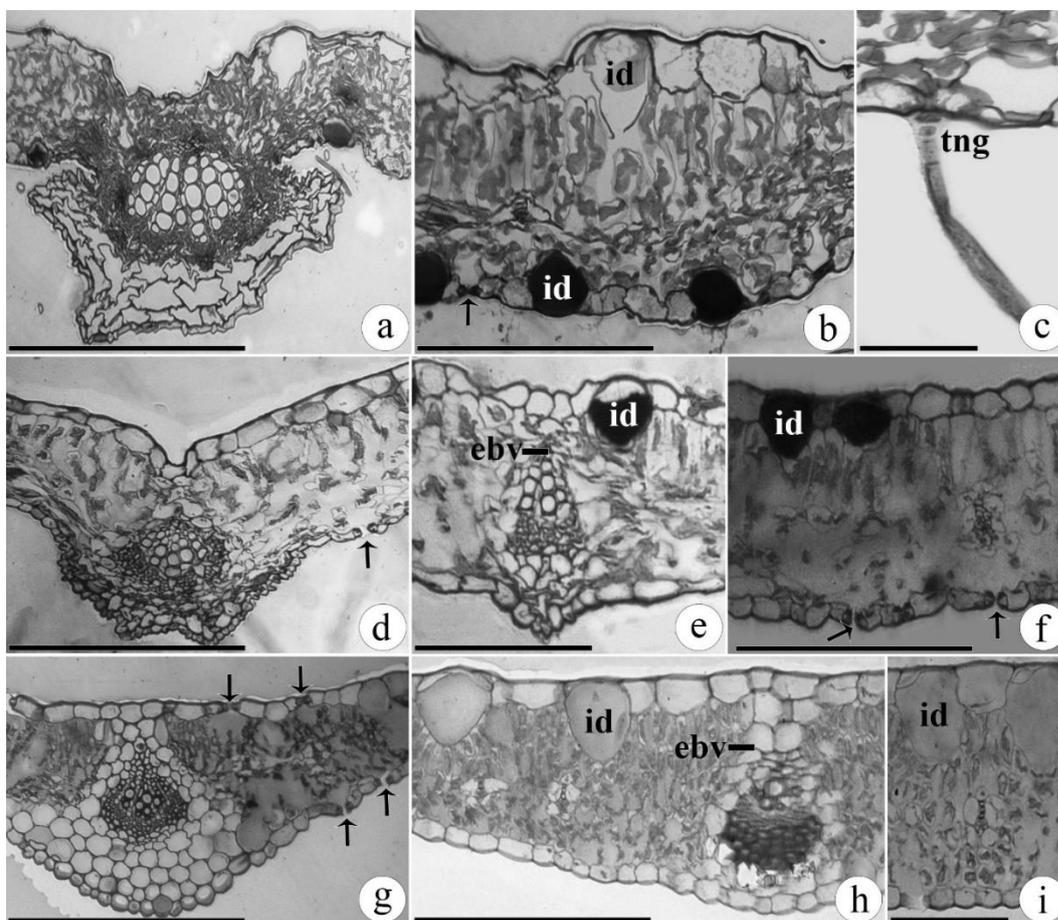


Figura 19- Secções transversais do limbo foliolar de espécies de *Nissolia* Jacq. *N. rondonensis* (a-c), *N. tomentosa* (d-f) e *N. wislizeni* (g-i). (a, d, g) Nervura principal proeminente na face abaxial. (a, d) Nervura principal côncava e (g) plana na face adaxial. (e, h) Nervura lateral saliente na face adaxial com extensão de bainha em ambas as faces. (b-f, h-i) Idioblastos volumosos com conteúdo denso ou opaco na epiderme, projetados para o interior do mesofilo. (c) Tricoma não-glandular. Símbolos: ebv (extensão da bainha vascular), id (idioblasto), ng (tricoma não-glandular), setas (estômatos). Barras de escalas= 100 μm (b, c), 200 μm (a, d, e, f, g, h, i).

CONCLUSÕES

De modo geral, o presente estudo incluiu 24 dos 29 táxons de *Nissolia* atualmente aceitos. Os resultados evidenciaram importantes características observadas com frequência na micromorfologia da superfície e anatomia foliolar, tais caracteres como, o padrão de ceras epicuticulares, a morfologia dos tricomas, a distribuição dos estômatos nas superfícies foliares,

a forma da nervura principal, presença/ausência de extensão de bainha dos feixes vasculares, a presença de idioblastos secretores de mucilagem, células bi-compartimentadas e o tipo de mesofilo. A análise de agrupamento apontou e reuniu espécies com caracteres semelhantes entre si, tais caracteres como, idioblastos, número de camadas do parênquima paliçádico, posição dos tricomas. Entre tanto, o local de ocorrência dos táxons não foi eficaz para delimitação dos grupos. Os resultados obtidos irão contribuir significativamente com trabalhos sistemáticos futuros para família Leguminosae. Especificamente ao gênero *Nissolia*, caracteres utilizados nas análises de UPGMA e PCA se mostraram úteis na delimitação dos táxons dentro do grupo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, G.M. 2006. Anatomia foliar de leguminosas arbóreas de cerrado com ênfase nas estruturas secretoras. M S Thesis, Universidade Estadual de Campinas.
- Amada, G., Onoda, Y., Ichie, T., Kitayama, K. 2017. Influence of leaf trichomes on boundary layer conductance and gas-exchange characteristics in *Metrosideros polymorpha* (Myrtaceae). *Biotropica* 49, 482–492.
- Aoyama, E.M., Mazzoni-Viveiros, S.C. 2006. Adaptações estruturais das plantas ao ambiente [Structural adaptations of plants to the environment]. São Paulo (SP): Instituto de Botânica – IBt.
- Araújo, J.S., Azevedo, A.A, Silva, L.C., Meira, R.M.S.A. 2010. Leaf anatomy as an additional taxonomy tool for 16 species of Malpighiaceae found in the Cerrado area (Brazil). *Plant Systematics and Evolution*, 286: 117-131.
- Araújo, J.S., Almeida, R.F., Meira, R.M.S.A. 2020. Taxonomic relevance of leaf anatomy in *Banisteriopsis* C.B. Rob. (Malpighiaceae). *Acta Botanica Brasilica* 34: 214-228.
- Ariano, A.P.R., Silva, I.V.D. 2016. Leaf anatomy of *Qualea parviflora* (Vochysiaceae) in three phytophysiognomies of the Mato Grosso State, Brazil. *Acta Amazonica*, 46: 119- 126.
- Ascensão, L. 2006. Estruturas secretoras em plantas; uma abordagem morfoanatômica. In: Figueiredo AC, JG Barroso, LG Pedro (Eds), 2006, *Potencialidades e Aplicações das Plantas Aromáticas e Mediciniais*. Curso Teórico-Prático, pp. 19-28, Edição da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa - Centro de Biotecnologia Vegetal, Lisboa, Portugal.

- Appezzato-da-Glória, B., Carmello-Guerreiro, S.M. 2006. Anatomia Vegetal. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, UFV. 2 ed. 305p.
- Baranova, M.A. 1972. Systematic anatomy of the leaf epidermis in the Magnoliaceae and some related families. *Taxon* 21 (4): 447-469.
- Bentham, G. 1860. Synopsis of Dalbergieae, a tribe of Leguminosae. *Journal of the Linnean Society*, 4: 1-128.
- Bickford, C.P. 2016. Ecophysiology of leaf trichomes. *Functional Plant Biology*, 43, 807–814.
- Bieras, A.C., Sajo, M.G. 2004. Anatomia foliar de *Erythroxylum* P. Browne (Erythroxylaceae) do Cerrado do estado de São Paulo, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 18: 601-612.
- Bozzola, J.J., Russel, L.D. 1992. *Electron Microscopy*. Boston, Jones and Bartlett Publishers, 1992.
- Bredenkamp, C. L., Van Wyk, A. E. 1999. Structure of mucilaginous epidermal cell walls in *Passerina* (Thymeliaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 129:223-238.
- Cappellari, L.D.R., Santoro, M.V., Reinoso, H., Travaglia, C., Giordano, W., Banchio, E. 2015. Anatomical, morphological, and phytochemical effects of inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria on peppermint (*Mentha piperita*). *Journal of Chemical Ecology*, 41, 149–158.
- Camargo, M.A.B., Marengo, R.A. 2011. Density, size and distribution of stomata in 35 rainforest trees species in Central Amazonia. *Acta Amazonica*, 41, 205–212.
- Cappellari, L. dR., Santoro, M.V., Reinoso, H., Travaglia, C., Giordano, W., Banchio, E. 2015. Anatomical, morphological, and phytochemical effects of inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria on peppermint (*Mentha piperita*). *Journal of Chemical Ecology*, 41, 149–158.
- Coutinho, I.A.C., Francino, D.M.T., Meira, R.M.S.A. 2013. Leaf anatomical studies of *Chamaecrista* subsect *Baseophyllum* (Leguminosae, Caesalpinioideae): new evidence for the up-ranking of the varieties to the species level. *Plant Systematics and Evolution* 299: 1709-1720.

- Coutinho, I.A.C., Rando, J.G., Conceição, A.S., Meira, R.M.S.A. 2016. A study of the morphoanatomical characters of the leaves of *Chamaecrista* (L.) Moench sect. Apoucouita (Leguminosae-Caesalpinioideae). *Acta Botanica Brasilica*, 30: 205-221.
- Clifford, S.C.; Arndt, S.K.; Popp, M. & Jones, H.G. 2002. Mucilages and polysaccharides in *Ziziphus* species (Rhamnaceae): localization, composition and physiological roles during drought-stress. *Journal of Experimental Botany* 53: 131-138.
- Crosby, K., Latta, R.G. 2013. A test of the reproductive economy hypothesis in plants: more offspring per capita come from large (not small) parents in *Avena barbata*. *Evolutionary Ecology*, 27, 193-203. DOI: 10.1007/s10682-012-9573-3
- Dunn, D.B., Sharma, G.K., Campbell, C. C. 1965. Stomatal patterns of dicotyledons and monocotyledons. *American Midland Naturalist*, 74: 185-195 *apud* Metcalfe, C. R. & Chalk, L. 1979. *Anatomy of Dicotyledons*. Oxford, Clarendon Press, v. I., 276.
- Dickison, W.C. 2000. Integrative plant anatomy. Harcourt academic press, San Diego.
- Elias, T.S. 1972. Morphology and anatomy of foliar nectaries of *Pithecellobium macradenium* (Leguminosae). *Botanical Gazette*, 133: 38-42.
- Ehleringer, J. 1984. Ecology and ecophysiology of leaf pubescence in North American desert plants. Rodriguez E., Healey P. L., Mehta I ed (s). *Biology and chemistry of plant trichomes*. Plenum Press: New York, etc: 113-132.
- Fahn, A. 1979. Nectaries. In: Fahn, A. ed. *Secretory tissues in plants*. London: Academic Press, 51 (1): 111-302.
- Fahn A., Cutler D.F. 1992. Xerophytes. In: *Handbuch de Pflanzenanatomie, Spez. Teil*. Bd. 13, T. e. Gebr. Borntraeger, Berlin.
- Ferreira, J.J.S., Fortuna-Perez, A.P., Lewis, G.P., Silva, J.S. 2021. Characteristics of the fruits of Brazilian species of *Stylosanthes* SW. (Leguminosae) and their taxonomic value. *International Journal of the Plant Sciences* 182(2): 133-150.

- Fortuna-Perez, A.P. 2005. Estudos anatômicos e fenéticos subsidiando a taxonomia no complexo *Zornia diphylla* (L.) Pers. (Leguminosae, Papilionoideae, Aeschynomeneae). MS Thesis, Universidade Estadual de Campinas.
- Fortuna-Perez, A.P., Castro, M.M., Tozzi, A. M. G. A. 2012. Leaflet secretory structures of five taxa of the genus *Zornia* J.F. Gmel. (Leguminosae, Papilionoideae, Dalbergieae) and their systematic significance. *Plant Systematic Evolution* 298: 1415–1424.
- Fortuna-Perez, A. P., Silva, M. J., Queiroz, L. P., Lewis, G. L., Simões, A. O., Tozzi, A. M. G. A., Sarkinen, T., Souza, A. P. 2013. Phylogeny and biogeography of the genus *Zornia* (Leguminosae: Papilionoideae: Dalbergieae). *Taxon* 62 (4): 723-732.
- Fortuna-Perez, A.P., Lewis, G.P., Castro, I., Veiga, V.F., Machado, S.R., Moura, T.M. 2021. A New Critically Endangered Species of *Nissolia* (Leguminosae, Papilionoideae, Dalbergieae) <https://doi.org/10.1600/036364421X16128061189459>
- Francino, D.M.T., Sant'Anna-Santos, B.F., Silva, K.L.F. Thadeo, M., Meira, R.M.S.A., Azevedo, A.A. 2006. Anatomia foliar e caulinar de *Chamaecrista trichopoda* (Caesalpinioideae) e histoquímica do nectário extrafloral. *Viçosa, Planta daninha*, 24 (4).
- Gomes, S.M., Somavilla, N.S.D.N., Gomes-Bezerra, K.M., Miranda, S.C., De- Carvalho, P.S., Graciano-Ribeiro, D. 2009. Anatomia foliar de espécies de Myrtaceae: contribuições à taxonomia e filogenia. *Acta Botanica Brasilica* 23: 223-238.
- Goswami, S., Karmakar, M., Roy, B. 2020. Assessment of foliar and floral micromorphology, pollen morphology and other reproductive traits of different colour-forms of *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. Department of Botany, University of Calcutta, Kolkata. *Botanical Society of Bengal*, 74(2) : 91-104.
- Gregory, M., Baas, P. 1989. A survey of mucilage cells in vegetative organs of the dicotyledons. *Israel Journal Botany*, 38: 125–174.
- Jensen, W.A. 1962. *Botanical histochemistry: principles and practice*. San Francisco: Freeman Press. 8 (4): 480.
- Johnson, H.B. 1975. Plant pubescence: an ecological perspective. *The Botanical Review* 41(3): 233-258.
- Juniper, B.E., Jeffree, C. E. 1983. *Plant Surfaces*. Edward Arnold, London, 93.

- Kenzo, T., Ichie, T., Watanabe, Y., Hiromi, T. 2007. Ecological distribution of homobaric and heterobaric leaves in tree species of Malaysian lowland tropical rainforest. *American Journal of Botany* 94: 764-755.
- Klitgaard, B. B. & M. Lavin. 2005. Dalbergieae. Pp. 306–335 in G. P. Lewis, B. D. Schrire, B. A. Mackinder & M. Lock (editors), *Legumes of the World*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Kothari, M.J., Shah, G.L. 1975. Epidermal structures and ontogeny of stomata in the Papilionaceae (tribe Hedysareae). *Botanical Gazzete* 136: 372–379.
- Leelavathi, P., Ramayya, N., Prabhkar, M. 1980. Foliolar stomatal distribution patterns in Leguminosae and their taxonomic significance. *Phytomorphology* 30, 195-204.
- Lersten, N.R., Curtis, J.D. 1993. Subepidermal idioblasts in leaflet of *Caesalpinia pulcherrima* and *Parkinsonia aculeata* (Leguminosae: Caesalpinioideae). *Bull Torrey Botanical Club*, 120: 319–326.
- Lersten, N.R., Brubaker, C.L. 1987. Extrafloral nectaries in Leguminosae: Review and original observations in *Erythrina* and *Mucuna* (Papilionoideae: Phaseoleae). *Bull Torrey Botanical Club*, 114: 437–447.
- Larcher, W. 2000. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos–SP RiMa.
- LPWG (Legume Phylogeny Working Group). 2017. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. *Taxon* 6: 44-77.
- Marinho, C.R., Souza C.D., Barros, T.C., Teixeira, S.P. 2013. Scent Glands in legume Flower. *Plant Biology* 16: 215-226.
- Marinho, CR, Oliveira, R.B., Teixeira S.P. 2016. The uncommon cavitated secretory trichomes in *Bauhinia* s.s. (Fabaceae): the same roles in different organs. *Botanical Journal of the Linnean Society* 180: 104-122.
- Martin, J. R., Juniper, B. E. 1970. "The Cuticles of Plants." Arnold, London.
- Martini, M.H., Lenci, C.G., Tavares, D.Q. 2003. Mucilage pockets in cotyledon tissue of *Theobroma speciosum*. *Acta Microscopica* 12: 65-69.
- Marquiafável, F.S.; Ferreira, M.D.S.; Teixeira, S.P. 2009. Novel reports of glands in Neotropical species of *Indigofera* L. (Leguminosae, Papilionoideae). *Flora* 200: 189-197.

- Mendes, K.R., Fortuna-Perez, A.P., Rodrigues, T.M. 2019. Anatomia do folheto de *Poiretia* Vent. (Leguminosae, Papilionoideae, Dalbergieae) com ênfase em estruturas secretoras internas em apoio à taxonomia. *Flora* 260. DOI:10.1016/j.flora.2019.151484.
- Mott, K.A., Gibson A.C., O'Leary J.W. 1982 The adaptive significance of amphistomatic leaves. *Plant, Cell and Environment* 5: 455-460.
- Mott, K.A., Michaelson O. 1991. Amphistomy as an adaptation to high light intensity in *Ambrosia cordifolia* (Compositae). *American Journal of Botany* 78(1): 76–79.
- Mott, K.A., Buckley, T.N. 2000. Patchy stomatal conductance: emergent collective behaviour of stomata. *Trends in Plant Science* 5 (6): 258–262.
- Moura, T.M., Gereau, R.E., Sarkinen, T.E., Fortuna-Perez, A.P. 2018. A new circumscription of *Nissolia* (Leguminosae–Papilionoideae–Dalbergieae), with *Chaetocalyx* as a new generic synonym. *Novon* 26: 193–213.
- Metcalf, C. R., Chalk, L. 1950. *Anatomy of the Dicotyledons*. Clarendon Press, Oxford, 2: 1500.
- Metcalf, C.R., Chalk, L. 1979. *Anatomy of the dicotyledons*. Vol. 1. Systematic anatomy of the leaf and stem. 2nd. edn., Clarendon Press, Oxford.
- Metcalf, C.R.; Chalk, L. 1983. *Anatomy of the dicotyledons*. Wood, structure and conclusion of the general introduction. 2nd edn. Clarendon Press, Oxford, 2: 308.
- Murphy, P., Lugo, A. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Ecology of Tropical Dry Forest*, 17, 67-88.
- Nascimento, R. T.; Felfili, J. M; & Meireles, M. A. 2004. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de floresta estacional decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, 18 (3): 650-669.
- Neger, F.W. 1918. Die Wegsamkeit der Laubblätter für Gase. *Flora*, v.11, pp. 152-161. 1918.
- O'Brien, T.P., Feder, N., McCully, M.E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma* 59 (1): 368–373.
- Oksanen, J. 2019. *Community Ecology Package*, package 'vegan'. GitHub, 286.
- Parkhurst, D.F. 1978. The adaptive significance of stomatal occurrence on one or both surfaces of leaves. *Journal Ecology* 66: 367–383.

- Parkhurst, D.F. 1994. Tansley Review No. 65. Diffusion of CO₂ and Other Gases Inside Leaves. *New Phytologist* 126 (3): 449-479.
- Panda, P., Bhuyan, S. K., Dash, C., Pradhan, D., Rath, G., Ghosh, G. 2020. Comparative morpho-micrometric analysis of some *Bauhinia* species (Leguminosae) from east coast region of Odisha, India. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 11: (3) 169-184.
- Pyykko, M. 1966. The leaf anatomy of east Patagonian xeromorphic plants. *Annales Botanici Fennici* 3: 453–622.
- Pacheco S. D., Fortuna-Perez, A. P., Rodrigues, T. M. 2019. *Leaf anatomical features of the Eriosema campestre* Benth. (Leguminosae, Papilionoideae, Phaseoleae) complex and potential taxonomic implications. *Flora* 253. 107–115. DOI: 10.1016/j.flora.2019.03.011
- Palermo, F. H., Teixeira, S. P., Mansano, V. F., Leite, V. G., Rodrigues, T. M. 2017. Secretory spaces in species of the clade Dipterygeae (Leguminosae, Papilionoideae). *Acta Botanica Brasilica* 31(3): 374–381. DOI:10.1590/0102-33062016abb0251
- Pimentel, R. R., Machado, S. R., Rocha, J. F. 2011. Estruturas secretoras de *Pavonia alnifolia* (Malvaceae), uma espécie ameaçada de extinção. *Rodriguésia* 62(2): 253-262.
- Pieruschka, R., Schurr, U; Jahnke, S. 2005. Lateral gas diffusion inside leaves. *Journal of Experimental Botany* 56: 857-867.
- Pieruschka, R., Schurr, U., Jensen, M., Wolff, W.F., Jahnke, S. 2006. Lateral diffusion of CO₂ from shaded to illuminated leaf parts affects photosynthesis inside homobaric leaves. *New Phytologist* 169: 779–787.
- Rashid, N., Zafar, M., Ahmad, M., Khan, M.A., Malik, K., Sultana, S., Shah, S.N. 2019. Taxonomic significance of leaf epidermis in tribe *Trifolieae* L. (Leguminosae; Papilionoideae) in Pakistan, *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 153(3): 406–416. DOI: 10.1080/11263504.2018.1492995
- Roshchina, V.V.; Roshchina, V.D. 1993. The excretory function of higher plants. Berlin: Springer. 314 pp.
- Rodrigues, T.M., Amaro, A.C.E., Boaro, C.S.F., Mendes, K.R., Silva, S.C.M., Ferreira, V. Machado, S.R. 2017. Four distinct lead types in the Brazilian Cerrado, based on bundle sheath extension morphology. *Botany* 95(12): 1171–1178, DOI:10.1139/cjb-2017-0073

- Rudd, V. E. A. 1956. Revision of the genus *Nissolia*. Contributions from the United States National Herbarium 32 (2): 173–206.
- Rudd, V. E. A. 1983. A revision of the genus *Chaetocalyx*. Contributions from the United States National Herbarium 32 (3): 207–245.
- Reis, C., Proença, S.L, Sajo, M.G. 2004. Vascularização foliar e anatomia do pecíolo de Melastomataceae do cerrado do Estado de São Paulo, Brasil. Acta Botanica Brasilica 18: 987–999.
- Rio, M.C., Kinoshita, L.S., Castro, M.M. 2005. Anatomia foliar como subsídio para a taxonomia de espécies de *Forsteronia* G. Mey. (*Apocynaceae*) dos cerrados paulistas. Revista Brasileira de Botânica 28: 713–726.
- Rhizopoulou, S., Psaras, G. K. 2003. Development and Structure of Drought-tolerant Leaves of the Mediterranean Shrub *Capparis spinosa* L. Annals of Botany, 9 (3): 377–38.
- Sánchez-Azofeifa G. A. 2005 Research priorities for neotropical dry forests. Biotropica, 37: 4.
- Sandquist, D. R.; Ehleringer, J. R. 1997. Intraspecific variation of leaf pubescence and drought response in *Encelia farinosa* associated with contrasting desert environments. New Phytologist, v. 135, p. 635-644.
- Sartori, A.L.B., Tozzi, A.M.G.A. 2002. Comparative leaflet anatomy in *Myrocarpus Allemaão*, *Myroxylon* L. f and *Myrospermum* Jacq. (Leguminosae-Papilionoideae-Sophoreae) species. Botanical Journal of the Linnean Society, 140: 249–259.
- Shepherd, G.J. 2010. FITOPAC 2: manual do usuário. Versão 2.1.2.85. UNICAMP, Campinas.
- Stace, C.A. 1965. Cuticular studies as an aid to plant taxonomy. Bulletin of the British Museum (Natural History) Botany, 4: 3–78.
- Silva, N., Arruda, R.O., Alves F., Sartori, A.L. 2018. Leaflet anatomy of the *Dipterygeae* clade (Fabaceae, Papilionoideae): evolutionary implications and systematics. Botanical Journal Linnean Society, 187: 99–117.
- Silva, I.C.C., Moura, T. M., Gissi, D. S., Fortuna-Perez, A. P. 2021. A new species of *Nissolia* Jacq. (Leguminosae, Papilionoideae) from Northern Brazil, recording a new gland type for the genus. Phytotaxa 482 (1): 080–086.
- Siebke, K., Weis, E. 1995. Assimilation images of leaves of *Glechoma hederacea*: analysis of non-synchronous stomata related oscillations. Planta 196:155-165.

- Solereeder, H. 1908. Systematic anatomy of the dicotyledons. A handbook for laboratories of pure and applied Botany. Clarendon Press, Oxford, 2 (10): 356-359.
- Seixas, D.P., Fortuna-Perez, A.P, Rodrigues, T.M. 2019. Leaf anatomical features of the *Eriosema campestre* Benth. (Leguminosae, Papilionoideae, Phaseoleae) complex and potential taxonomic implications. *Flora*, 253: 107–115. DOI: 10.1016/j.flora.2019.03.011
- Smith, F.H., Smith, E.C. 1942. Anatomy of the inferior ovary of *Darbya*. *American Journal Botany*, 29:464–471.
- Terashima, I. 1992. Anatomy of non-uniform leaf photosynthesis. *Photosynthesis Research*, 31, 195–212.
- Teixeira, S.P., Gabrielli, A.C. 2000. Anatomia do eixo vegetativo de *Dahlstedtia pinnata* (Benth.) Malme e *D. pentaphylla* (taub.) Burk. (Leguminosae, Papilionoideae). *Revista Brasileira de Botânica* 23: 1–11.
- Teixeira, S.P., Gabrielli, A.C. 2006. Taxonomic value of foliar characters in *Dahlstedtia* Malme - Leguminosae, Papilionoideae, Millettieae. São Paulo, *Acta Bot. Bras.* 20: (2).
- Teixeira, S.P., Rocha, J.F. 2009. Oil glands in the neotropical genus *Dahlstedtia* Malme (Leguminosae, Papilionoideae, Millettieae). *Revista Brasileira de Botânica* 32: 57–64.
- Tiago, P.V., Larocca, D., Silva, I.V., Carpejani, A. A., Tiago, A. V., Dardengo, J. F., Rossi, A. A.B. 2020. Caracterização morfoanatômica, fitoquímica e histoquímica de *Hymenaea courbaril* (Leguminosae), ocorrente na Amazônia Meridional. *Rodriguésia* 71, e02182018. <https://doi.org/10.1590/2175-7860202071063>
- Turner, G.W. 1986. Comparative development of secretory cavities in the tribes Amorphaeae and Psoraleae (Leguminosae–Papilionoideae). *American Journal of Botany*, 73:1178–1192.
- Tresmondi, F., Nogueira, A., Guimarães, E., Machado, S.R. 2015. Morphology, secretion composition, and ecological aspects of stipular colleters in Rubiaceae species from tropical forest and savanna. *The Science of Nature*. 102. 10.1007/s00114-015-1320-5.
- Uphof, J. C. Th. 1962. Plant hairs. In "Handbuch der Pflanzenanatomie." (K. Linsbauer, Ed.), Vol. IV. Gebriider Borntraeger, Berlin.
- Vargas, W., Machado, S.R., Lewis, G.P., Cândido, E. S., Vatanparast, M., Fortuna-Perez, A.P. 2018. Revisiting the leaflet secretory structures in subtribe *Cajaninae* Benth. (Leguminosae, Phaseoleae). *International Journal of Plant Sciences* 179 (9): 000–000.

- Valkama, E., Salminen, J.P., Koricheva, J. Pihlaja, K. 2003. Comparative analysis of leaf trichome structure and composition of epicuticular flavonoids in Finnish birch species. *Annals of Botany* 91: 643–655.
- Watson, L. 1981. An automated system of generic description for Caesalpinioideae, and its application to classification and key-making. In: Polhill, R.M.; Raven, P.H. *Advances in Legumes Systematics* 1: 65–80.
- Weiner, J. 2004. Allocation, plasticity and allometry in plants. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 6/4: 207–215.
- West, J. D., Peak, D., Peterson, J.Q., Mott, K.A. 2005. Dynamics of stomatal patches for a single surface of *Xanthium strumarium* L. leaves observed with fluorescence and thermal image. *Plant, Cell & Environment* 28: 633–641.
- Wilkinson, H.P. 1979. The plant surface. In: Metcalfe, C.R. and Chalk, L., Eds., *Anatomy of the Dicotyledons*, 2nd Edition, Clarendon Press, Oxford, 97–167.
- Wink, M. 2013. Evolution of secondary metabolites from an ecological and molecular phylogenetic perspective. *Phytochemistry* 64: 3–19.
- Wylie, R.B. 1951. Principales of foliar organization shown by sun-shade leaves from ten species of deciduous dicotyledonous trees. *American Journal of Botany* 38: 355–361.
- Wylie, R.B. 1952. The budle sheath extension in leaves of dicotyledons. *American Journal of Botany* 39: 645 –651.
- Wylie, R.B. 1943. The role of the epidermis in foliar organization and its ralations to the minor venation. *American Journal of Botany* 30: 273–280.