
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - NOTURNO

ALINE SAYURI TAJIMA

**PONTUAÇÕES GLANDULARES NA LÂMINA
FOLIAR DE *ANTHURIUM* SCHOTT
(ARACEAE, ALISMATALES):
CARACTERIZAÇÃO, HISTOQUÍMICA E
ONTOGENIA**

ALINE SAYURI TAJIMA

PONTUAÇÕES GLANDULARES NA LÂMINA FOLIAR DE *ANTHURIUM*
SCHOTT (ARACEAE, ALISMATALES): CARACTERIZAÇÃO,
HISTOQUÍMICA E ONTOGENIA

Orientadora: Alessandra Ike Coan

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de Bacharela e Licenciada em Ciências Biológicas.

Rio Claro
2021

T135p	<p>Tajima, Aline Sayuri Pontuações glandulares na lâmina foliar de Anthurium Schott (Araceae, Alismatales): caracterização, histoquímica e ontogenia. / Aline Sayuri Tajima. -- Rio Claro, 2021 38 p. : tabs., fotos</p> <p>Trabalho de conclusão de curso (-) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro Orientadora: Alessandra Ike Coan</p> <p>1. Anatomia foliar. 2. epiderme. 3. estômatos. I. Título.</p>
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

“Enquanto eu tiver perguntas e não houver resposta
continuarei a escrever.”
Clarice Lispector

RESUMO

Anthurium Schott é o maior gênero de Araceae, com cerca de 1000 espécies, das quais 131 são representativas no Brasil. Características vegetativas morfológicas têm sido amplamente utilizadas, seja na identificação de espécies como também no auxílio para a sistemática de Araceae. Uma dessas características é a presença/ausência de pontuações glandulares na lâmina foliar, que tem sido bastante utilizada na delimitação infragenérica de *Anthurium*, muitas vezes com alto valor taxonômico e diagnóstico, e embasando a sistemática de alguns de seus grupos. Entretanto, nos estudos taxonômicos já realizados para o gênero, muitas das observações sobre essa estrutura foram realizadas com base em material herborizado sob estereomicroscópio, com estudos micromorfológicos e anatômicos ainda incipientes, especialmente no que se refere à origem e possível atividade secretora. O objetivo deste estudo foi verificar a presença de pontuações glandulares na lâmina foliar de representantes de *Anthurium*, apresentando dados de caracterização anatômica e histoquímica e abrangendo aspectos ontogenéticos, para a elucidação da origem da estrutura, além de revisar a distribuição do caráter em táxons representativos do Brasil. Para o presente estudo foram selecionadas 26 espécies com pontuações glandulares indicadas na bibliografia como presentes ou ausentes e distribuídas em cinco seções, com ênfase em *A. sect. Urospadix*. Amostras da lâmina foliar foram obtidas a partir de material fixado ou fragmentos coletados de material herborizado. As amostras foram submetidas às técnicas usuais de microscopia de luz (ML) e microscopia eletrônica de varredura (MEV). Testes histoquímicos foram realizados para verificar a presença de compostos fenólicos, ácidos pécnicos, amido, cristais de carbonato de cálcio e de oxalato de cálcio, lignina e lipídios insolúveis. As pontuações glandulares foram observadas em 14 das 26 espécies estudadas de *Anthurium*, distribuídas em todas as seções amostradas, exceto *A. sect. Chamaerepium*; houve variação na amostragem selecionada de *A. sect. Pachyneurium* e de *A. sect. Urospadix*, incluindo confirmação da ocorrência da estrutura em espécies cuja descrição taxonômica indicava a sua ausência, apontando que o caráter deva ser utilizado com parcimônia na delimitação infragenérica, especialmente se baseado em observação em campo ou de material herborizado sob lupa. Nossos resultados mostram que a pontuação não tem atividade glandular e se estabelece a partir de modificação estomática, semelhante ao que ocorre durante a formação de verrugas suberizadas, especialmente quanto à constituição celular, anatomia e origem. Os testes histoquímicos indicaram a presença de compostos fenólicos nas células da região apical da pontuação, além da presença de lignina nas suas paredes celulares. Em MEV, foram observadas a presença de plaquetas cristaloides de cera na superfície da pontuação e em seu interior e identificados estômatos tipo-D em três espécies não pontuadas – esses dados são inéditos no gênero.

Palavras-chave: anatomia foliar; *Anthurium* sect. *Urospadix*; epiderme; estômatos; histoquímica.

ABSTRACT

Anthurium Schott is the largest genus of Araceae, with about 1000 species, of which 131 are representative in Brazil. Vegetative morphological characteristics have been widely used in the identification of species and Araceae systematics. One of these characteristics is the presence/absence of glandular punctations in the leaf blade, which has been widely used in the infrageneric delimitation of *Anthurium*, often with high taxonomic and diagnostic value, and supporting the systematics of some groups. However, in the taxonomic studies already carried out for the genus, many of the observations about this structure were made based on herborized material under stereomicroscope, then micromorphological and anatomical studies are still incipient, especially with regard to the origin and possible secretory activity. The aim of this study was to verify, micromorphologically and anatomically, the presence of glandular punctations in the leaf blade of representatives of *Anthurium*, presenting data of anatomical and histochemical characterization and covering ontogenetic aspects, to elucidate the origin of the structure. It is also expected to review the character distribution in representative taxa in Brazilian territory. For the present study, 26 species were selected with glandular punctations present or absent from five different sections, with emphasis on *A. sect. Urospadix*. Leaf blade samples were obtained from fixed material or fragments collected from herborized material. The samples were subjected to the usual techniques of light microscopy (ML) and scanning electron microscopy (SEM). Histochemical tests were performed for phenolic compounds, pectic acids, starch, calcium carbonate and calcium oxalate crystals, lignin and insoluble lipids. Glandular punctations were observed in 14 of the 26 *Anthurium* species studied, distributed in all sampled sections, except *A. sect. Chamaerepium*; we observed variation in the sampling of *A. sect. Pachyneurium* and *A. sect. Urospadix*, including confirmation in species whose taxonomic description indicated its absence, pointing out that the character should be used parsimonious in the infrageneric delimitation, especially if based on observation in the field or herborized material under a stereomicroscope. Our results show that the punctation has no glandular activity and it is established from stomatal modification, similar to the formation of cork warts, which are structures very similar to in terms of cell constitution, anatomy and origin. Histochemical tests indicated the presence of phenolic compounds in the cells of the apical region of the punctation, in addition to the presence of lignin in their cell walls. In SEM, we observed the presence of wax crystalloid platelets on the punctuation surface and inside, and type-D stomata were identified in three non-punctuated species - these data are unprecedented in the genus.

Palavras-chave: *Anthurium* sect. *Urospadix*; epidermis; histochemistry; leaf anatomy; stomata.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
4. RESULTADOS	18
5. DISCUSSÃO	25
6. CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1.INTRODUÇÃO

Anthurium Schott é o maior gênero da família Araceae, com cerca de 1000 espécies (MAYO; BOGNER; BOYCE, 1997; GOVAERTS *et al.*, 2020; BOYCE; CROAT, 2020), das quais 131 são representativas no Brasil (COELHO *et al.*, 2016); o gênero constitui um grupo monofilético (CARLSEN; CROAT, 2013), estritamente neotropical (CARLSEN; CROAT, 2019).

Características vegetativas morfológicas têm sido amplamente utilizadas, sejam na identificação de espécies como também no auxílio para a sistemática de Araceae (COELHO; WAECHTER; MAYO, 2009; ENGLER, 1905, 1920). Porém, para o gênero *Anthurium*, as análises anatômicas com órgãos vegetativos ainda são incipientes, principalmente voltadas à aplicação taxonômica (LINDORF, 1980; MANTOVANI; FILARTIGA; COELHO, 2010; ROCHA *et al.*, 2014). Características anatômicas relacionadas à lâmina foliar e à espata já foram salientadas como relevantes na delimitação específica em *Anthurium*. sect. *Urospadix* Engl. e *A.* sect. *Leptanthurium* Schott, especialmente aquelas relacionadas ao tipo de cutícula (se lisa ou estriada), ao nível dos estômatos em relação às demais células epidérmicas (se no mesmo nível ou elevados) e ao tipo de mesofilo (se homogêneo ou heterogêneo) (MANTOVANI; PEREIRA, 2005; MANTOVANI; FILARTIGA; COELHO, 2010). Destacam-se também os estudos sobre o processo de gutação (GENTNER, 1905), a presença de pontuações glandulares na lâmina foliar (LINDORF, 1980), a descrição da endoderme (FRENCH, 1997) e da morfofisiologia em táxons epífitos (MANTOVANI, 1999; LORENZO; MANTUANO; MANTOVANI, 2010).

As pontuações glandulares de *Anthurium* foram descritas pela primeira vez por Tieghem (1866), a partir de observações nas lâminas foliares de *A. hookeri* Kunth e *A. scandens* (Aubl.) Engl., como pequenos pontos avermelhados na face abaxial, formados por células organizadas em formato hemisférico; células radialmente alongadas circundam uma cavidade aberta, onde é armazenada a secreção, e uma camada de células tabulares, organizadas em um círculo concêntrico, são adjacentes ao mesofilo.

Outros autores (DALITZSCH, 1886; ENGLER, 1905; GENTNER, 1905; SOLEREDER, 1919) também descreveram a anatomia das pontuações glandulares de *A. andreanum* Linden, *A. hookeri*, *A. scandens* e *A. scherzerianum* Schott, a partir de material herborizado e desconsiderando o trabalho prévio de Tieghem (1866). Dalitzsch (1886) observou que o desenvolvimento da pontuação ocorria a partir de células epidérmicas adjacentes a um estômato, enquanto Gentner (1905) descreveu que a possível origem da

estrutura seriam os hidatódios e, na maturação, a glândula desenvolvida selaria a passagem de água ao secretar e armazenar taninos. Solereder (1919) estudou as pontuações glandulares em *A. scherzerianum*, a partir de material fresco, e realizou uma descrição anatômica detalhada, discernindo bem três regiões estruturais (também corroboradas, posteriormente, por MAYO; BOGNER; BOYCE, 1997): 1) Região basal, constituída por células achatadas, semelhantes às células do parênquima paliçádico, em posição radial, circundando toda a estrutura e em contato direto com o mesofilo; 2) Região central, composta por células grandes, radialmente alongadas, caracterizando o formato hemisférico e sem conteúdos densos; e 3) Região apical com uma aglomeração externa de células compactas com conteúdos escuros, não identificados quimicamente, mas quando clareados com hipoclorito de sódio mostravam a presença de um estômato acima do aglomerado de células.

Solereder (1919) também apontou a origem das pontuações a partir de um grande estômato que denominou de estômato secundário, mas sem analisar os estágios do desenvolvimento da estrutura – porém, apontou similaridades com as verrugas de cortiça (“cork warts”) presentes nas folhas de diversos grupos das eudicotiledôneas. Lindorf (1980) caracterizou as pontuações glandulares como pequenos pontos escuros conspícuos, presentes em uma ou ambas das faces da lâmina foliar, anatomicamente constituídas por 2–3 anéis periféricos de células compactas e uma região central de células frouxas preenchidas com compostos fenólicos. Essa estrutura foi descrita apenas para o gênero *Anthurium* da família Araceae (ENGLER, 1905; MAYO; BOGNER; BOYCE, 1997).

O caráter presença/ausência de pontuações glandulares na lâmina foliar tem sido bastante utilizado na delimitação infragenérica de *Anthurium* (CROAT; SHEFFER, 1983; CROAT; CARLSEN, 2020), com alto valor taxonômico e diagnóstico (LINDORF, 1980; CROAT; SHEFFER, 1983; MAYO; BOGNER; BOYCE, 1997), suficiente para embasar a sistemática de alguns grupos (ENGLER, 1878, 1898, 1905; CROAT; SHEFFER, 1983; CARLSEN; CROAT, 2019; CROAT; CARLSEN, 2020), correspondendo às seguintes seções (*sensu* CROAT; SHEFFER, 1983) que agrupam as espécies pontuadas: *A. sect. Calomystrium* Schott emend Engler, *A. sect. Porphyrochitonium* Schott, *A. sect. Digitinervium* Sodiro, *A. sect. Tetraspermium* Schott e *A. sect. Urospadix* Engler. Com as análises moleculares, Carlsen e Croat (2013) demonstraram que as espécies pontuadas se concentram em um grande clado monofilético, que compreende os cladogramas denominados “5” a “7”; no entanto, pontuações também ocorrem em outro grupo (clado “4”), composto por folhas de formato cordado.

Nos estudos taxonômicos já realizados para o gênero (e.g. ENGLER, 1878, 1898, 1905;

CROAT; SHEFFER, 1983; COELHO; WAECHTER; MAYO, 2009) muitas das observações sobre as pontuações foram realizadas com base em material herborizado sob estereomicroscópio. Os estudos micromorfológicos e anatômicos da estrutura para outras espécies do gênero ainda são incipientes, especialmente no que se refere à sua natureza e possível atividade secretora. A associação dos estudos anatômicos e ontogenéticos são essenciais para a compreensão da estrutura e função das pontuações, além de subsidiar estudos taxonômicos do gênero *Anthurium*.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi verificar, micromorfológicamente e anatomicamente, a presença de pontuações glandulares na lâmina foliar de representantes de *Anthurium*, apresentando dados de caracterização anatômica e histoquímica e abrangendo aspectos ontogenéticos, para a elucidação da origem da estrutura. Espera-se, também, revisar a distribuição do caráter em táxons representativos no território brasileiro.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o presente estudo foram selecionadas 26 espécies de *Anthurium*, com ênfase em *A. sect. Urospadix* que possui cerca de 70 espécies no território brasileiro (CROAT; SHEFFER, 1983; GOVAERTS *et al.*, 2020). As espécies foram selecionadas com base na presença ou ausência de pontuações glandulares reportadas por estudos prévios (CROAT; SHEFFER, 1983; CROAT, 1991; TEMPONI, 2006; COELHO; WAECHTER; MAYO, 2009; MANTOVANI; FILARTIGA; COELHO, 2010). A lista de espécies amostradas, com suas respectivas seções, é apresentada na Tabela 1.

Ao menos dois indivíduos de cada espécie foram estudados, exceto para *A. longipes* N.E. Br., *A. organense* Engl., *A. radicans* K.Koch & Haage e *A. solitarium* Schott que tiveram amostras de material herborizado de apenas uma população. Para a coleta de material fresco, foram selecionadas folhas plenamente expandidas a partir do 3º ou 4º nós visíveis de *A. affine* Schott, *A. scandens* e *A. loefgrenii* Engl.; enquanto para as demais espécies de folhas simples, com entrenós mais curtos, foram coletadas as folhas mais desenvolvidas, plenamente expandidas; e para as espécies de folhas compostas (*A. sect. Dactylophyllum*) selecionou-se o folíolo central, pois é o que apresenta menor variação (vide ANDRADE; BERG; MAYO, 2010). Nos espécimes herborizados, foram coletados fragmentos com 01 cm de diâmetro, que foram reidratados para expansão dos tecidos (SMITH; SMITH, 1942). Para o estudo da ontogenia foram selecionadas folhas em diferentes estágios de desenvolvimento de *A. gladiifolium* Schott, *A. lindmanianum* Engl., *A. loefgrenii*, *A. minarum* Sakur. & Mayo e *A. scandens*, desde primórdio, fase involuta/convoluta até totalmente expandida, mas ainda maleável ao toque. Essas amostras foram coletadas do material cultivado *ex situ* em casa de vegetação, no Jardim Experimental do Instituto de Biociências de Rio Claro, Unesp. Todas as amostras foram fixadas em FAA 50 (JOHANSEN, 1940) e armazenadas em etanol 70% com algumas gotas de glicerina.

Tabela 1: Lista de espécies estudadas, locais de coleta e informações prévias sobre presença/ausência de pontuações glandulares nas lâminas foliares dos representantes selecionados de *Anthurium*.

Seções	Espécies	Dados de coleta	Pontuações glandulares
<i>Anthurium</i> sect. <i>Chamaerepium</i> Schott			
	<i>A. radicans</i> K.Koch & Haage	L.P. Poli <i>et al.</i> 45: Cachoeira/BA	Ausentes
A. sect. <i>Dactylophyllum</i> (Schott) Engl.			
	<i>A. pentaphyllum</i> (Aubl.) G.Don	E.M. Vieira 1504: Sete Barras/SP Grupo Azul 206: Itatiaia/RJ	Ausentes
	<i>A. sinuatum</i> Benth. ex Schott	G.M. Marcusso 492: São Manoel/SP M.H.O. Pinheiro 312: Bauru/SP L.P. Poli <i>et al.</i> 43: Cachoeira/BA	Ausentes
A. sect. <i>Pachyneurium</i> Schott			
	<i>A. affine</i> Schott	P. Gomes <i>et al.</i> 256: Caruaru-Agrestina/PE L.P. Poli <i>et al.</i> 46: Cachoeira/BA	Ausentes
	<i>A. atropurpureum</i> var. <i>arenicola</i> Croat	L.P. Poli <i>et al.</i> 51: Manaus/AM	Ausentes
	<i>A. bonplandii</i> G.S. Bunting	L.P. Poli <i>et al.</i> 52: Manaus/AM	Ausentes
	<i>A. lindmanianum</i> Engl.	M.N. Saka <i>et al.</i> 539: Chapada dos Guimarães/MT	Ausentes
	<i>A. solitarium</i> Schott	Grupo Vermelho 128: Teresópolis/RJ	Ausentes
A. sect. <i>Tetraspermium</i> Schott			

<i>A. scandens</i> (Aubl.) Engl.	J.A. Lombardi 7354: Jundiaí/SP P.L.R. Moraes <i>et al.</i> 3371: São Miguel Arcanjo/SP L.G. Temponi <i>et al.</i> 973: Teresópolis/RJ Grupo Azul 178: Itatiaia/RJ	Presentes
<i>A. sect. Urospadix</i> Engl.		
<i>A. alcatrazense</i> Nadruz & Cath.	S.P. Lira s.n.: Ilha de Alcatrazes/SP L.P. Poli <i>et al.</i> 55: São Sebastião/SP	Ausentes
<i>A. bellum</i> Schott	L.P. Poli <i>et al.</i> 44: Cachoeira/BA	Ausentes
<i>A. comtum</i> Schott	J.A. Lombardi <i>et al.</i> 8662: Jundiaí/SP L.P. Poli 33: Nova Iguaçu/RJ L.G. Temponi <i>et al.</i> 992: Iguape/SP Grupo Azul 46: Guapimirim/RJ	Ausentes
<i>A. gaudichaudianum</i> Kunth	P.L.R. Moraes <i>et al.</i> 3373: São Miguel Arcanjo/SP V.C. Ziparro 1730: Sete Barras/SP	Ausentes
<i>A. gladiifolium</i> Schott	J.A. Lombardi 8916: Ilhéus/BA	Ausentes
<i>A. harrisii</i> (Graham) G.Don	M.N. Saka <i>et al.</i> 282: Saquarema/ RJ M.N. Saka <i>et al.</i> 284: Saquarema/ RJ	Ausentes
<i>A. intermedium</i> Kunth	Grupo Azul s.n.: Itatiaia/RJ	Ausentes

	Grupo Verde 97: Itatiaia/RJ	
	Grupo Verde 106:	
	Itatiaia/RJ	
<i>A. loefgrenii</i> Engl.	N.M. Ivanauskas 1570:	Presentes
	Pariquera-Açu/SP	
	L.P. Poli <i>et al.</i> 58: Ilha de	
	Alcatrazes/SP	
	L.C.F. Rocha <i>et al.</i> 239:	
	Paranaguá/PR	
<i>A. longipes</i> N.E. Br.	M.N. Saka 218:	Ausentes
	Itabaiana/SE	
<i>A. maximiliani</i> Schott	L.G. Temponi 974:	Ausentes
	Teresópolis/RJ	
	L.G. Temponi <i>et al.</i> 1027:	
	Teresópolis/RJ	
	L.G. Temponi <i>et al.</i> 1051:	
	Teresópolis/RJ	
<i>A. minarum</i> Sakur. & Mayo	A.I. Coan <i>et al.</i> 138: São	Presentes
	Gonçalo do Rio das	
	Pedras/MG	
	L.P. Poli <i>et al.</i> s.n.:	
	Ubatuba/SP	
	Grupo Verde 107:	
	Itatiaia/RJ	
<i>A. miquelianum</i> K.Koch & Augustin	M.A. Assis s.n.:	Ausentes
	Ubatuba/SP	
	L.P. Poli <i>et al.</i> 38:	
	Iguape/SP	
	L.P. Poli <i>et al.</i> 39:	
	Iguape/SP	
<i>A. organense</i> Engl.	Grupo Vermelho 93:	Ausentes
	Teresópolis/ RJ	

<i>A. parasiticum</i> (Vell.) Stellfeld	L.P. Poli <i>et al.</i> 40: Rio de Janeiro/RJ L.P. Poli S/N: Ilha de Alcatrazes/SP V.C. Souza 11082: Itanhaém/SP	Ausentes
<i>A. parvum</i> N.E. Br.	L.G. Temponi 975: Teresópolis/RJ Grupo Verde 21: Teresópolis/RJ	Ausentes
<i>A. sellowianum</i> Kunth	P. Izar 1429: Sete Barras/SP P. Izar 1533: Sete Barras/SP P. Izar 1539: Sete Barras/SP L.G. Temponi 977: Teresópolis/RJ L.G. Temponi 993: Iguape/SP	Ausentes
<i>A. urvilleanum</i> Schott	M.A. Assis s.n.: Ubatuba/SP L.P. Poli <i>et al.</i> 64: Ubatuba/SP	Ausentes

Para análise micromorfológica, em microscopia eletrônica de varredura (MEV), foram retiradas amostras de 5 mm² da lâmina de folhas maduras, submetidas à desidratação em série de acetona, secagem ao ponto crítico e metalização em ouro (McDOWELL; TRUMP, 1976; ROBARDS, 1978) e analisadas em equipamento Hitachi TM 3000.

Para as análises em microscopia de luz (ML), foram realizadas seções anatômicas transversais e paradérmicas da região mediana da lâmina foliar plenamente expandida, à mão livre com auxílio de lâminas de barbear. As seções anatômicas obtidas foram coradas com Safrablau (BUKATSCH, 1972) e montadas em lâminas semipermanentes com gelatina

glicerinada (KAISER, 1880). Outras amostras foram incluídas em historresina Leica, conforme instruções do fabricante e seccionadas em micrótomo rotativo Leica, modelo Reichert-Jung 2040, com navalhas de aço e espessura de 10–12 µm, conforme a espécie ou textura da folha (especialmente, para o estudo ontogenético). As seções anatômicas obtidas foram coradas com Azul de Toluidina O 0,05% 0,1 M em tampão fosfato de sódio pH 6,8 (O'BRIEN; FEDER; McCULLY, 1964) e montadas em Entellan®.

Testes histoquímicos foram realizados utilizando os seguintes reagentes: bateria de Reeve para compostos fenólicos (REEVE, 1951), Vermelho de Rutênio para ácidos pécticos e mucilagem (JENSEN, 1962; JOHANSEN, 1940), IKI para amido (JOHANSEN, 1940), ácido clorídrico 10% para cristais de carbonato de cálcio e de oxalato de cálcio (CHAMBERLAIN, 1932), floroglucinol para lignina (JOHANSEN, 1940; SASS, 1951) e Sudan III para lipídios insolúveis (JOHANSEN, 1940; SASS, 1940).

Considerando que estudos prévios demonstraram a presença de estruturas de diferentes cristais de oxalato de cálcio em *Anthurium* (GENUA; HILLSON, 1985; KEATING, 2000; MANTOVANI; PEREIRA, 2005; MANTOVANI; FILARTIGA; COELHO, 2010), foram realizados, também, testes histoquímicos: para verificar a possível natureza química de cristais flavonoides, aferindo a solubilidade em hidróxido de sódio a 5% e insolubilidade em hidróxido de amônia; para a identificação de cristais de diosmina, a insolubilidade em solução de álcool etílico e ácido acético (1:1); para identificar cristais de hesperidina e a ocorrência ou não de alteração cromática das estruturas cristalinas após a aplicação da solução de ácido sulfúrico e água destilada (1:1); e para a verificação de cristais de caroteno (METCALFE; CHALK 1979).

A análise, interpretação, descrição e documentação dos resultados foram realizadas a partir dos resultados de MEV e das lâminas semipermanentes e/ou permanentes e das fotomicrografias obtidas através do fotomicroscópio Leica, modelo DMLB, com câmera digital acoplada, modelo DFC 295, e projeção de escala micrométrica no sistema de captura de imagem Leica L.A.S. v.4.0.

4. RESULTADOS

As pontuações glandulares foram observadas em 14 das 26 espécies estudadas, distribuídas entre as seções: *A. sect. Urospadix* (*A. comtum*, *A. gladiifolium*, *A. loefgrenii*, *A. maximilianii*, *A. minarum*, *A. miquelianum*, *A. organense*, *A. parasiticum*), *A. sect. Pachyneurium* (*A. affine*, *A. atropurpureum* var. *arenicola* e *A. lindmanianum*), e em todas as espécies estudadas das seções *A. sect. Dactylophyllum* e *A. sect. Tetraspermium*. Apenas em *A. sect. Chamaerepium*, seção representada por *A. radicans*, não foi observada a presença da estrutura.

Na maioria das espécies estudadas, as pontuações têm distribuição esparsa pela lâmina foliar e de morfologia inconspícua (Fig. 1), exceto em *A. minarum* (Fig. 2) e *A. scandens* (Figs. 3, 4), onde ocorrem em abundância e são conspícuas. Geralmente, as pontuações são restritas à face abaxial da lâmina foliar (Figs. 2, 4, 5), porém, em *A. minarum* (Fig. 2), *A. parasiticum* e *A. scandens* (Figs. 3, 4) estão presentes em ambas as faces, em menor quantidade na face adaxial, e ocorrem, inclusive, na região da nervura principal (Fig. 6).

Micromorfologicamente, as pontuações possuem células arranjadas concentricamente que apresenta uma abertura na região apical, junto à forma das células guardas do estômato que a originou (Figs. 7, 8). Estômatos tipo-D com células subsidiárias mais concêntricas também foram observados em três espécies cuja diagnose não apontava a presença da pontuação: *A. radicans* (Fig. 9), *A. bonplandii* e *A. alcatrazense*, além das espécies caracterizadas pela presença da estrutura: *A. affine* (Fig. 10), *A. lindmanianum*, *A. loefgrenii*, *A. minarum* e *A. scandens*.

A partir das análises em MEV também foi verificada a presença de cera epicuticular na forma de plaquetas cristaloides, segundo a terminologia de Barthlott *et al.* (1998), na região da pontuação (Figs. 8, 11) e presente em alguns estômatos (Fig. 10, 12) de todas as espécies pontuadas de *Anthurium* aqui estudadas.

Em vista paradérmica (Figs. 13, 14), a pontuação apresenta forma concêntrica e com coloração densa, o que impossibilita o discernimento entre alguma abertura ou região que componha a estrutura. Em seções transversais (Figs. 15, 16), verifica-se que a pontuação é composta por uma quantidade variável de células e se encontra no nível acima (Fig. 16) ou levemente abaixo (Fig. 15) das demais células epidérmicas e não secreta substâncias ergásticas.

Seguindo-se a topografia descrita por Mayo, Bogner e Boyce (1997), observam-se três regiões anatômicas distintas nas pontuações: a) uma região basal, constituída por células achatadas em contato com o mesofilo, que varia de 1 a 3 camadas de células nas espécies

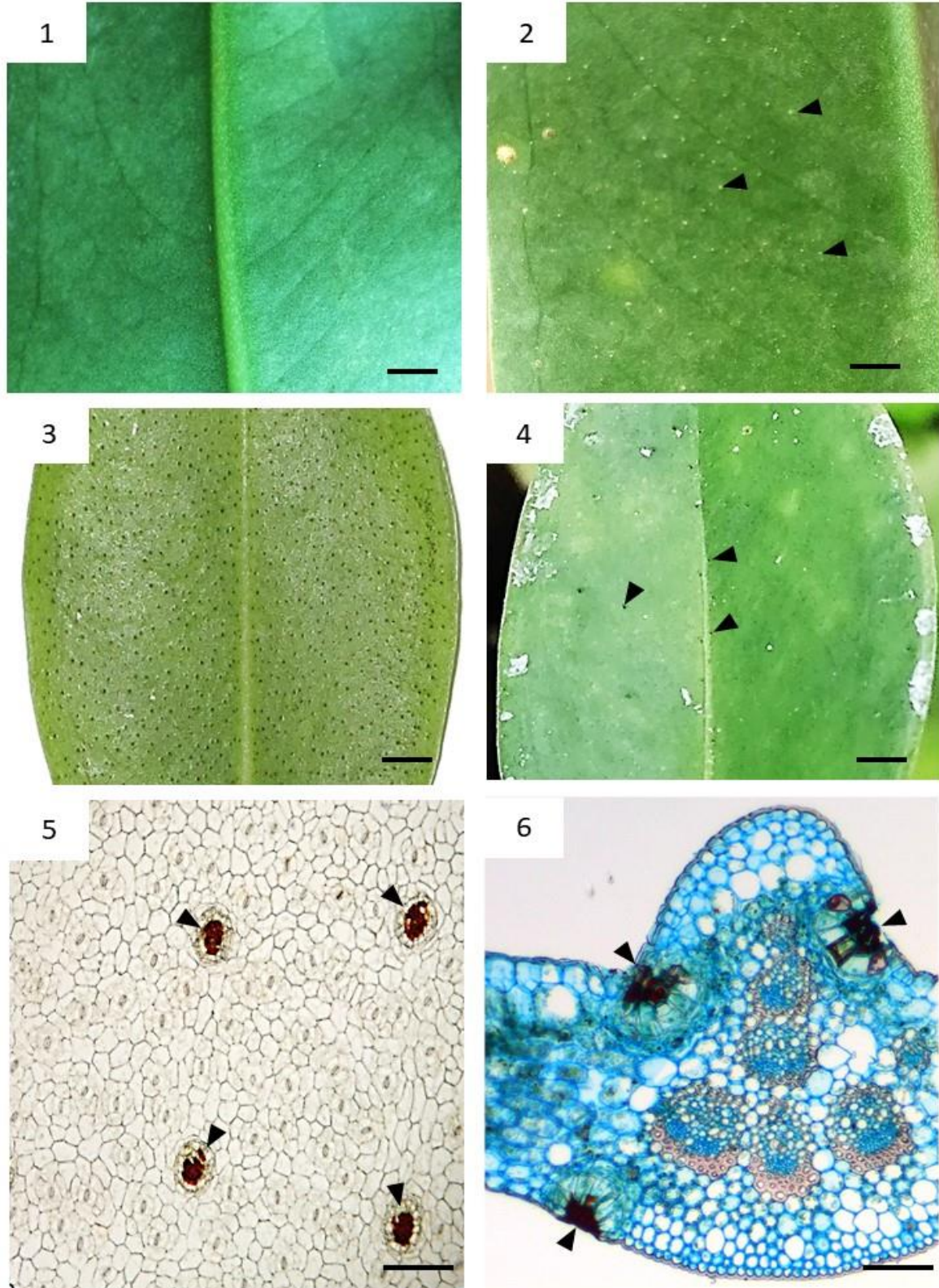
estudadas (Figs. 15, 16); b) uma região central, formada por células grandes, radialmente alongadas e sem conteúdos densos, composta de 1 a 3 camadas de células (Figs. 15, 16); e c) uma região apical, em contato com o meio externo, formada por células que armazenam compostos fenólicos (Figs. 13–16).

Os testes histoquímicos realizados nas pontuações resultaram positivo para a presença de compostos fenólicos e mucilagem em todas as espécies estudadas, exceto em *A. loefgrenii* e *A. lindmanianum* que armazenam cristais de oxalato de cálcio (Fig. 14). Na região apical e parcialmente na região central de todas as espécies há presença de lignina nas paredes celulares.

Nas folhas jovens de *A. gladiifolium*, *A. lindmanianum*, *A. loefgrenii*, e *A. minarum*, foi verificada a cristalização de um exsudato na superfície epidérmica logo após a fixação do material; em *A. minarum* (Figs. 17, 18) esse exsudato pode ser visualizado na forma de cristal dendrítico de diosmina, confirmado por testes histoquímicos.

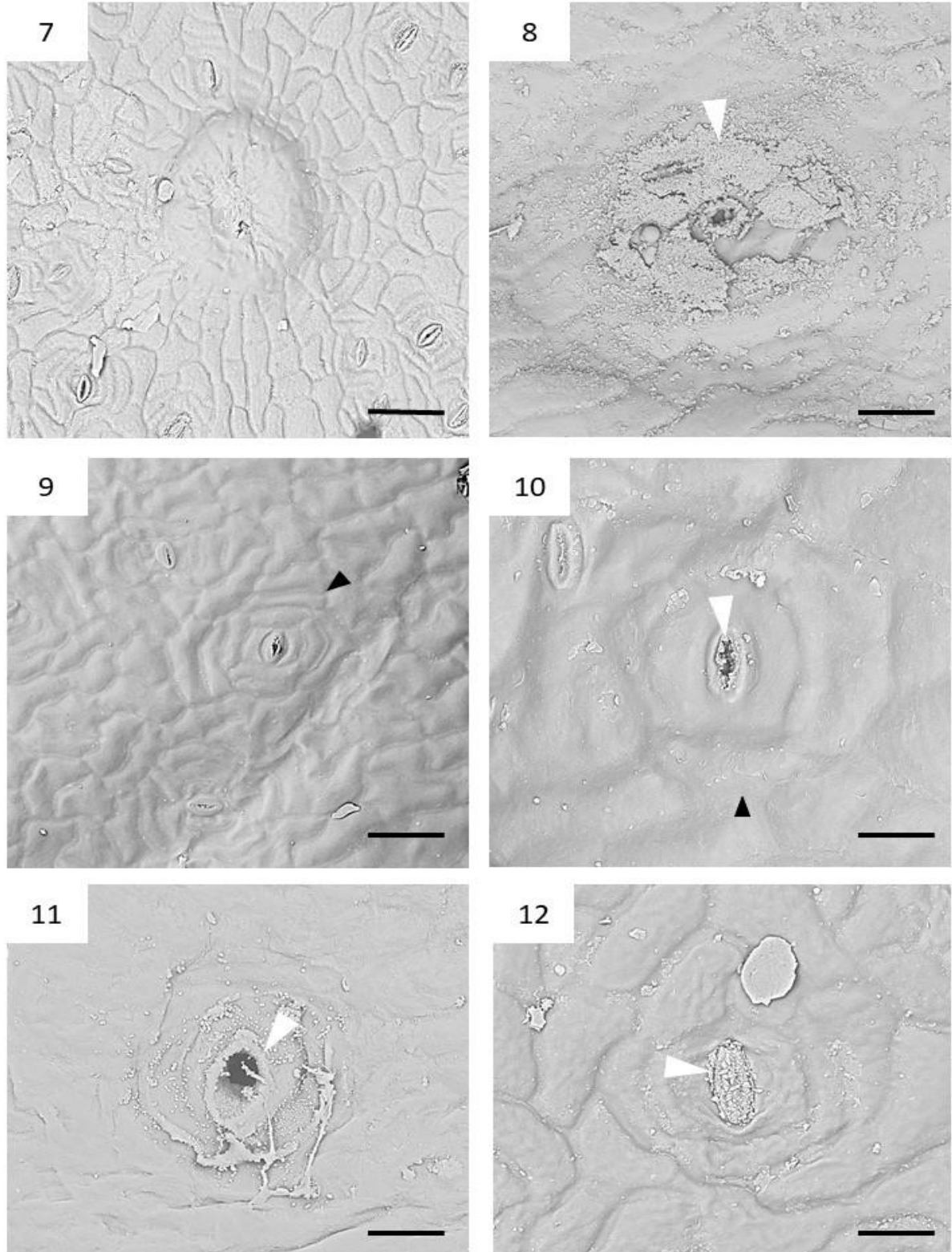
Nas análises das seções transversais (Figs. 19–26) e paradérmicas (Figs. 27–32) da lâmina foliar de *Anthurium* em diferentes estágios do desenvolvimento, é possível observar o estabelecimento da pontuação a partir do complexo estomático. Aqui, ilustrou-se a ontogenia com imagens de *A. scandens* por terem sido as melhores imagens obtidas, porém o padrão ocorre igualmente para as demais espécies analisadas. Nos primeiros estágios do desenvolvimento, verificou-se o acúmulo de compostos fenólicos nos vacúolos das células próximas às células-guarda do estômato (Figs. 21, 28), que representam as células da região com conteúdos densos da região apical. Nos estágios seguintes são observadas divisões anticlinais e periclinais nas células adjacentes ao complexo estomático (Figs. 22–24), que caracterizam as células achatadas da região basal; a seguir ocorre o alongamento das células que compõem a região central (Fig. 25), sem conteúdo denso.

Figuras 1–6. Aspectos morfológicos e anatômicos gerais das pontuações glandulares nas espécies estudadas de *Anthurium*. 1–4. Detalhes da face abaxial das lâminas foliares de *A. gladiifolium* (1), *A. minarum* (2) e *A. scandens* (3) e da face adaxial em *A. scandens* 4). 5. Vista paradérmica da face abaxial de *A. scandens*, evidenciando pontuações (cabeças-de-setas) esparsas. 6. Detalhe da nervura principal de *A. scandens*, em corte transversal, com pontuações (cabeças-de-setas) em ambas as faces. (Barras de escalas: 1, 2 = 54 mm; 3, 4 = 70 mm; 5 = 200 μ m; 6 = 50 μ m).



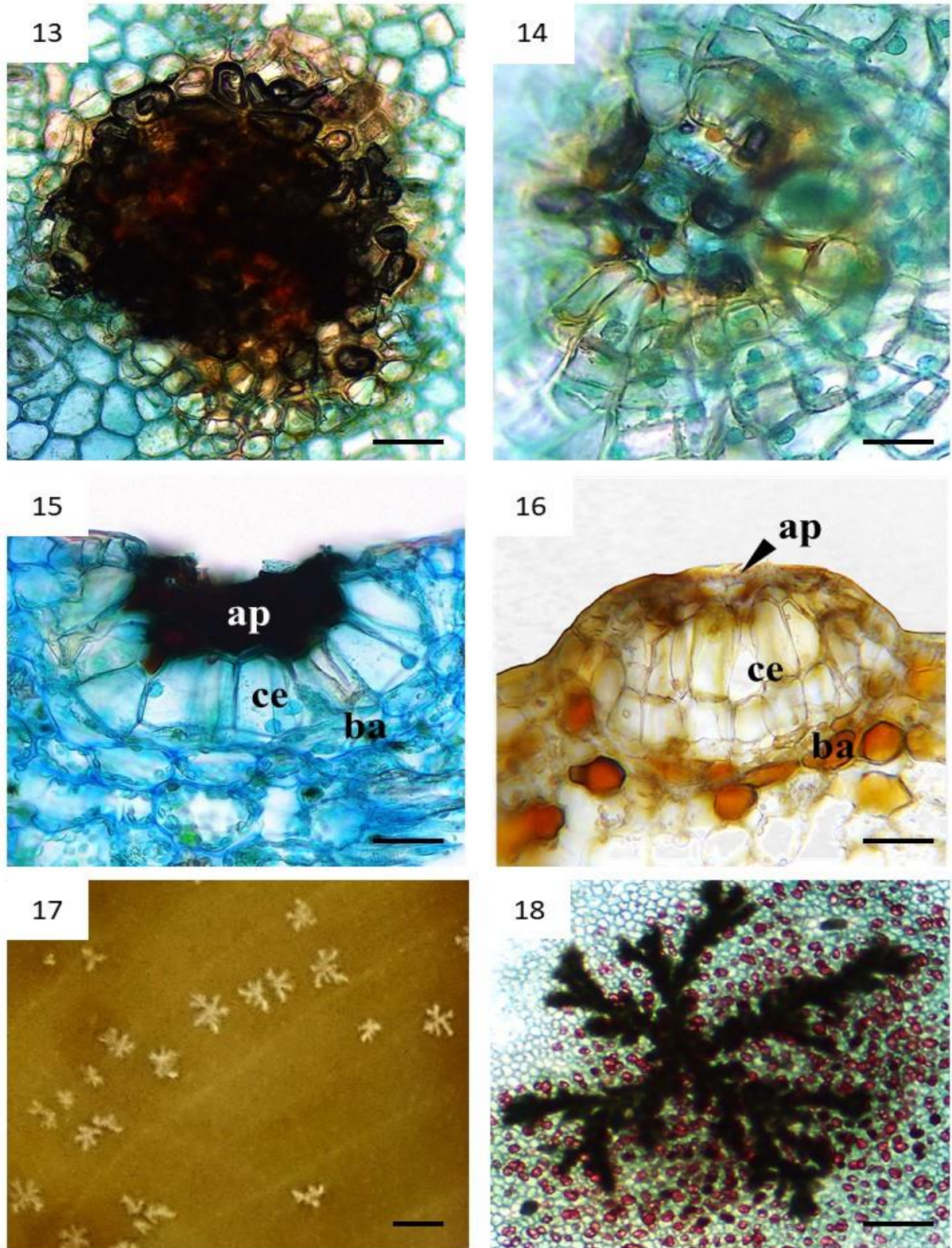
Fonte: elaborada pela autora.

Figuras 7–12. Aspectos micromorfológicos, em microscopia eletrônica de varredura, das lâminas foliares das espécies estudadas de *Anthurium*. 7, 8. Aspectos gerais das pontuações glandulares de *A. minarum* e *A. scandens*, respectivamente. 9, 10. Detalhes da face abaxial das lâminas foliares de *A. radicans* e *A. affine*, respectivamente, evidenciando o complexo estomático tipo-D (cabeça-de-seta preta). 11. Detalhe da pontuação glandular de *A. lindmanianum* recoberta por plaquetas cristaloides de cera (cabeça-de-seta branca). 12. Células-guarda do complexo estomático de *A. minarum* recobertas por plaquetas cristalóides de cera (cabeça-de-seta branca). (Barras de escala: 7 = 125 μm ; 8 = 50 μm ; 9 = 75 μm ; 10–12 = 25 μm).



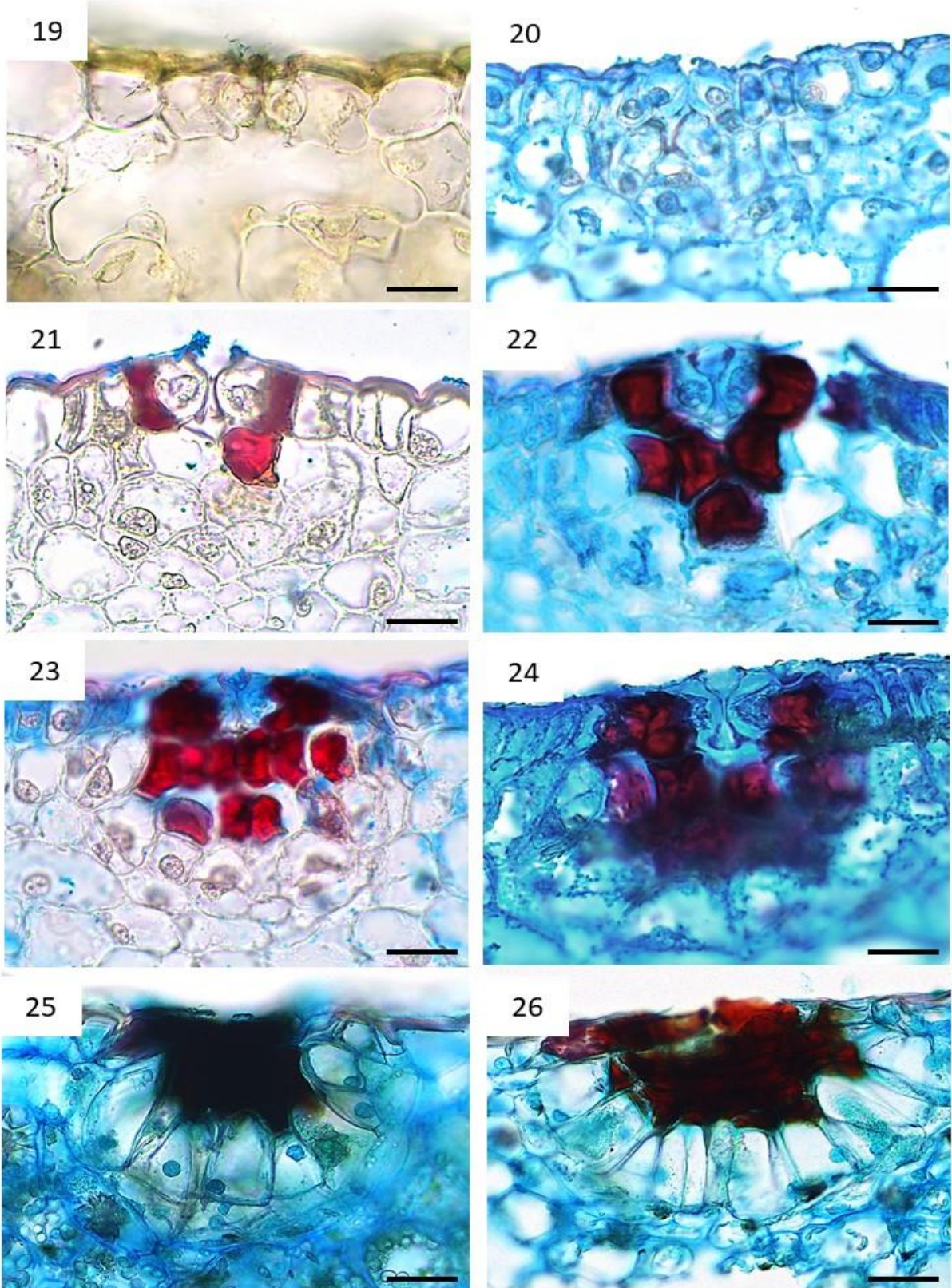
Fonte: elaborada pela autora.

Figuras 13–18. Aspectos anatômicos das pontuações glandulares das lâminas foliares e exsudatos cristalizados das espécies estudadas de *Anthurium*. 13, 14. Detalhes, em vistas paradérmicas, das pontuações glandulares de *A. gladiifolium* e *A. lindmanianum*, respectivamente. 15, 16. Detalhes das pontuações glandulares de *A. scandens* e *A. minarum*, respectivamente, em seções transversais, evidenciando as regiões anatômicas. 17, 18. Cristais dendríticos de diosmina sob lupa (17) e em vista paradérmica (18) de *A. minarum*. (Abreviaturas: ap = região apical; ba = região basal; ce = região central). (Barras de escala: 13 = 100 μm , 14–16, 18 = 50 μm , 17 = 54 mm, 18 = 200 μm).



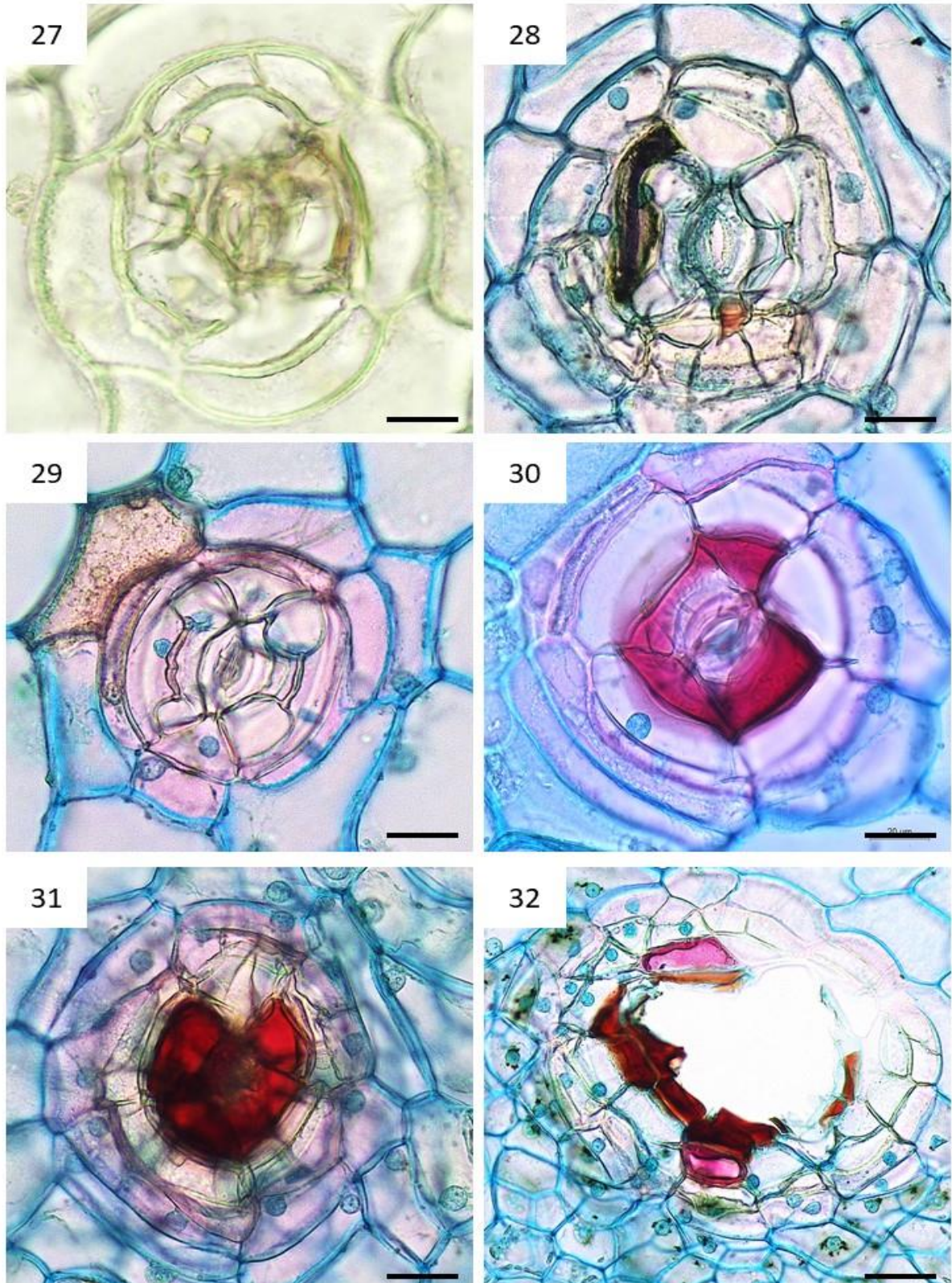
Fonte: elaborada pela autora.

Figuras 19–26. Aspectos anatômicos da ontogenia, em seções transversais, das pontuações glandulares de *Anthurium scandens*. 19. Complexo estomático desenvolvido. 20. Divisões anticlinais e periclinais das células adjacentes ao complexo estomático; formação da região basal. 21–23. Acúmulo de compostos fenólicos nos vacúolos das células próximas às células-guarda do estômato, compondo a região apical. 24, 25. Alongamento das células que compõe a região central. 26. Pontuação desenvolvida. (Barras de escalas: 19–24 = 20 μm , 25, 26 = 50 μm).



Fonte: elaborada pela autora.

Figuras 27–32. Aspectos anatômicos da ontogenia, em vista paradérmica, das pontuações glandulares de *Anthurium scandens*. 27. Complexo estomático com divisões celulares modificadas. 28–31. Divisões celulares compoendo a estrutura concêntrica e acúmulo de compostos fenólicos nos vacúolos das células próximas às células-guarda do estômato. 32. Pontuação desenvolvida e rompimento das células localizadas no centro da estrutura. (Barras de escalas: 27–31 = 20 μm , 32 = 50 μm).



Fonte: elaborada pela autora.

5. DISCUSSÃO

As pontuações glandulares estão presentes em uma ou ambas as faces da lâmina foliar de determinadas espécies do gênero *Anthurium*, de modo que o caráter sempre foi considerado diagnóstico e relevante para sua sistemática (LINDORF, 1980; CROAT; SHEFFER, 1983; MAYO; BOGNER; BOYCE, 1997). Em nosso estudo, tal estrutura está presente em 14 das 26 espécies amostradas do gênero, incluindo a confirmação em espécies cuja descrição taxonômica indicava a sua ausência (ENGLER, 1898; CROAT; SHEFFER, 1983; TEMPONI, 2006; COELHO; WAECHTER; MAYO, 2009; MANTOVANI; FILARTIGA; COELHO, 2010). Tratam-se de dados inéditos que indicam que a utilização do caráter presença/ausência de pontuação glandular na lâmina foliar, baseada em observação em campo ou de material herborizado, a olho nu ou sob lupa, deve ser considerada com parcimônia na delimitação infragenérica ou caracterização específica. O fato de as pontuações serem conspícuas e sensíveis ao toque em algumas espécies pode ser um conhecimento útil para análises morfológicas em campo, porém o caráter presença/ausência da estrutura só pode ser confirmado através de análises anatômicas, pois sob lupa, essas estruturas podem se confundir com as formações de cristais concêntricos na epiderme. E, mesmo com os estudos anatômicos, as pontuações glandulares em determinadas espécies de *Anthurium* são laboriosas de serem localizadas, independente se através de observações de seções transversais ou paradérmicas, devido à distribuição esparsa pela lâmina foliar.

Nossos resultados indicam que há variações quanto à presença das pontuações entre as populações de uma mesma espécie de *Anthurium*, de modo que a presença da estrutura é verificada em apenas uma população ou em parte delas. No entanto, as pontuações foram encontradas em todos os espécimes das populações amostradas de *A. atropurpureum* var. *arenicola*, *A. gladiifolium*, *A. lindmanianum*, *A. minarum*, *A. scandens* e *A. sinuatum*. Esses resultados podem ter variado porque o estudo foi realizado, para a maioria das espécies, a partir de pequenos fragmentos aleatoriamente retirados de material herborizado e as pontuações podem ser encontradas esparsas na lâmina foliar. Geralmente, as pontuações se restringem à face abaxial da folha e são morfológicamente inconspícuas, corroborando dados de Croat, Whitehill e Yates (2007), que relatam a presença de pontuações inconspícuas e esparsas na diagnose de *A. amnicola* Dressler e *A. antioquiense* Engl. da seção *Calomystrium*.

Croat e Sheffer (1983) utilizaram o caráter presença/ausência de pontuações glandulares nas lâminas foliares para delimitação de grupos em *Anthurium*; por exemplo, dez espécies com pontuações glandulares presentes, ocorrentes da Costa Rica ao Equador e

Colômbia, pertencentes à *A. sect. Urospadix* foram transferidas para a *A. sect. Porphyrochitonium* Schott, anteriormente monoespecífica. O restante das espécies que apresentavam pontuações glandulares foi distribuído entre *A. sect. Tetraspermium*, *A. sect. Belolonchium* e *A. sect. Digitinervium* Sodiro (ENGLER, 1905; CROAT; SHEFFER, 1983). Atualmente, essas seções correspondem, respectivamente, aos clados “6”, “5”, “4” e “7” na filogenia de Carlsen e Croat (2013). Trata-se de um caráter de ampla utilização em campo e em chaves de identificações, pela facilidade na visualização, a olho nu ou com pequenas lupas (ENGLER, 1898; CROAT; SCHEFFER, 1983; COELHO; WAECHTER; MAYO, 2009).

Vale ressaltar que *A. sect. Belolonchium*, que corresponde ao “clado 4” *sensu* Carlsen e Croat (2013), é considerado um grupo natural, caracterizado pela folha cordada com pontuações presentes na face abaxial e frutos vermelhos. E *A. sect. Tetraspermium*, correspondente ao “clado 5”, é considerada monofilética, bem sustentada pelos dados moleculares. Para *A. sect. Digitinervium* e *A. sect. Porphyrochitonium* não são apontados caracteres morfológicos diagnósticos.

Corroborando com as descrições de Lindorf (1980) e de Mayo, Bogner e Boyce (1997), a pontuação glandular pode ser dividida em três regiões anatômicas, que podem ser observadas em seção transversal: região basal, região central e região apical. Verificou-se que as regiões basal e central apresentam de 1–4 camadas de células, complementando os dados de Mayo, Bogner e Boyce (1997), e variando nas espécies aqui estudadas.

Os testes histoquímicos indicaram a presença de lignina na parede das células que compõem a região apical e parte da central da pontuação. Segundo Sederoff & Chang (1991), esse polímero fenólico está relacionado à proteção, como antimicrobiano. A partir disso, infere-se que sua localização na pontuação das espécies aqui estudadas, próxima à abertura da estrutura, pode estar relacionada à proteção. Ruel *et al.* (2002) sugeriram que o processo de polimerização da lignina na parede celular tem um papel importante na organização tridimensional da matriz de polissacarídeos, conferindo maior rigidez à célula. No processo de estabelecimento da pontuação glandular das espécies aqui estudadas, a presença da lignina pode ser um dos agentes responsáveis pela configuração da estrutura em seu formato hemisférico.

Na região apical da pontuação, onde há acúmulo de substância densa, os testes histoquímicos resultaram positivo para compostos fenólicos e mucilagem em todas as espécies, corroborando com as descrições de Lindorf (1980); exceto em *A. lindmanianum* e *A. loefgrenii*, que apresentam o acúmulo de cristais de oxalato de cálcio. A presença de compostos fenólicos indica que a provável função dessa estrutura está relacionada à proteção contra patógenos e

herbívoros, à morfologia da planta (i.e., pigmentação), como também pode estar envolvida com o crescimento e ciclo de reprodução do indivíduo (BRAVO, 1998; BALASUNDRAM; SUNDRAM; SAMMAN, 2005).

A presença de cera no formato de plaquetas cristaloides, segundo a terminologia de Barthlott *et al.* (1998), ocorre na região da pontuação e sobre alguns estômatos. A presença de cera epicuticular e dos cristaloides já foi verificada para a família Araceae (MAYO; BOGNER; BOYCE, 1997) e para o gênero *Anthurium* (DIAS *et al.*, 2017). A principal função desse polímero é promover a impermeabilização do tecido e evitar o superaquecimento do órgão, mas também pode constituir barreiras contra fungos, bactérias e insetos (KOLATTUKUDY, 1980; KOLATTUKUDY; SOLIDAY, 1985).

Prychid e Rudall (1999) reportaram que a presença e a distribuição de cristais são caracteres importantes para propostas taxonômicas em monocotiledôneas. Em Araceae, estudos prévios (SAMUELS, 1923; GENUA; HILLSON, 1985; MAYO; BOGNER; BOYCE, 1997; KEATING, 2002; 2003; MANTOVANI; FILARTIGA; COELHO, 2010) indicaram a ocorrência de diferentes tipos de cristais de oxalato de cálcio (areia, ráfides, estiloides, drusas e prismáticos). No presente estudo, mesmo nas espécies em que cristais de oxalato de cálcio foram observados depositados na pontuação glandular, outros cristais (dendríticos, drusas, ráfides e aciculares) também foram descritos e observados presentes no mesófilo e na epiderme. Esses cristais apresentaram origens flavonoides diferentes, como diosmina – uma flavona considerável na farmacologia, devido às suas propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes e anticancerígenas (LABRID, 1994).

Mantovani, Filartiga e Coelho (2010) encontraram feixes concêntricos de cristais de diosmina na epiderme e no parênquima de *A. gracile* (Rudge) Schott e *A. minarum*. Nossos dados corroboram essa ocorrência, indicando que a estrutura cristalina dendrítica presente na epiderme de folhas jovens de *A. minarum* apresenta a mesma natureza química. Nos estudos de Manthey e Buslig (1998) com plantas cítricas, verificou-se que o acúmulo de cristais de diosmina se relaciona com a deficiência de zinco nas folhas.

Análises de seções transversais e paradérmicas da lâmina foliar de espécies aqui estudadas de *Anthurium*, em diferentes estágios do desenvolvimento, demonstram que o estabelecimento da pontuação glandular ocorre a partir do complexo estomático, corroborando com as observações de Dalitzsch (1886) e Solereder (1919), enquanto a origem a partir de hidatódios, como descrito por Gentner (1905), não foi constatada. Num primeiro momento, a pontuação tem origem semelhante a uma lenticela foliar, porém, não há estabelecimento de

felogênio e se assemelha mais com as “cork warts” ou verrugas suberizadas descritas em diferentes táxons – essas semelhanças já foram sugeridas, no século passado, por Solereder (1919) para *Anthurium* e é, aqui, corroborada.

As verrugas suberosas foram descritas no final do século XIX (POULSEN, 1875; BACHMAN, 1880) como estruturas compostas por células suberizadas, que apresentam uma pequena abertura e fileiras concêntricas, radialmente ordenadas de células da epiderme, geralmente localizadas na face abaxial e/ou adaxial da lâmina foliar (SOLOREDER, 1919; STACE, 1965). Metcalfe & Chalk (1979) listaram 21 famílias com a presença da estrutura na lâmina foliar e salientaram seu potencial taxonômico, por se tratar de um caráter pouco abundante na natureza, porém constante em determinadas espécies. Corroborando os estudos com diversos grupos de dicotiledôneas: *Camellia japonica* (Theaceae) (QI *et al.*, 2017), *Eucalyptus* (Myrtaceae) (FAROOQUI, 1982), *Ilex* (Aquifoliaceae) (KORN; FREDRICK, 1973), *Maytenus* (Celastraceae) (JOFFILY; VIEIRA, 2005), *Plenckia* (Celastraceae) (JOFFILY; VIEIRA, 2010) e *Mezilaurus* (Lauraceae) (VAZ *et al.*, 2018). O caráter também já foi descrito para gimnospermas (Gnetaceae) (PAGODA *et al.*, 2015) e monocotiledôneas (Smilacaceae) (GUIMARÃES; ANDREATA; COSTA, 2011).

Assim como as verrugas, as pontuações também têm origem a partir do complexo estomático. Korn e Fredrick (1973), em *Ilex* (Aquifoliaceae), denominam “estômato tipo-D” (“developmentally important stomata”) àqueles estômatos que, quando comparados aos estômatos regulares, são maiores, desenvolvem-se primeiro e ocorrem em menor frequência na lâmina foliar, e “D-scar” o tecido peridérmico que se desenvolve a partir de divisões das células periféricas. Farooqui (1982) indica que não são todos os estômatos tipo-D que se desenvolvem em verrugas suberosas; alguns permanecem como grandes estômatos, mesmo em folhas maduras. Esses estômatos foram observados em três espécies no presente estudo, cuja diagnose não apontava a presença da pontuação: *A. radicans*, *A. bonplandii* e *A. alcatrazense*, além das espécies caracterizadas pela presença da estrutura: *A. affine*, *A. lindmanianum*, *A. scandens*, *A. loefgrenii* e *A. minarum*, dados inéditos para o gênero

O mesmo processo ontogenético foi relatado para as verrugas presentes nas folhas de *Camellia japonica* (Theaceae) (QI *et al.*, 2017), *Mezilaurus* (Lauraceae) (VAZ *et al.*, 2018), *Maytenus* (Celastraceae) (JOFFILY; VIEIRA, 2005) e *Plenckia* (Celastraceae) (JOFFILY; VIEIRA, 2010). Os estômatos tipo-D representam os estágios iniciais das verrugas suberosas, de modo que ambas estruturas apresentam mesma origem, porém desempenham diferentes funções de acordo com seu estágio de desenvolvimento (QI *et al.*, 2017).

Verificamos aqui que as pontuações em *Anthurium* armazenam compostos fenólicos, assim como as lenticelas presentes na margem foliar de *Eucalyptus denticulata* (Myrtaceae), que se estabelecem a partir de uma glândula de óleo (NEISH; DRINNAN; LADIGES, 1995). Pagoda *et al.* (2015) registraram a presença de verrugas suberosas em Gnetaceae, que se desenvolvem a partir de divisões das células da epiderme com subsequente suberização. E Vaz *et al.* (2018) descrevem o desenvolvimento das verrugas suberosas a partir de idioblastos e pela queda de tricomas em espécies de *Mezilaurus* (Lauraceae). Para alguns autores, as verrugas suberosas podem ocorrer em folhas jovens e maduras e o estímulo para seu desenvolvimento pode ser causado por algum dano à folha (STACE, 1965; FAROOQUI, 1982; JOFFILY; VIEIRA, 2010; VAZ *et al.*, 2018), presença de fungos (STACE, 1965; PAGODA *et al.*, 2015) ou herbivoria por insetos (BAAS, 1975). Dickson (2000) correlaciona a presença dos estômatos tipo-D e o posterior desenvolvimento em verruga suberosa como um sistema de defesa das plantas para cicatrização e proteção a danos mecânicos. Nesse ponto, a presença de mucilagem e compostos fenólicos na pontuação das espécies aqui estudadas de *Anthurium* corrobora com tais estudos, o que indica a possível função de cicatrização e defesa contra patógenos. Porém, não explica a presença constante e abundante da estrutura em determinadas espécies.

Entretanto, estudos fisiológicos com *Rhizophora* (Rhizophoraceae) (EVANS; BROMBERG, 2010) e *Camellia japonica* (Theaceae) (QI *et al.*, 2017) demonstraram que a presença de verrugas suberosas na lâmina foliar potencializa trocas gasosas. Infere-se que o desenvolvimento dessas verrugas seja uma adaptação ao ambiente quente e úmido que essas espécies habitam. Como *Anthurium* é um gênero típico de florestas úmidas da zona tropical, a presença de verrugas suberosas na lâmina foliar pode garantir maior eficiência de trocas gasosas e evapotranspiração, de modo a promover a regulação térmica do organismo, porém estudos fisiológicos são necessários para verificar tal inferência.

Em análise filogenética recente (CARLSEN; CROAT, 2019), dos 22 caracteres morfológicos estudados para a classificação das seções do gênero *Anthurium*, apenas cinco apresentaram congruência com os clados resultantes de análises moleculares (CARLSEN; CROAT, 2013). Em geral, os caracteres foliares utilizados são difíceis de serem interpretados como uma adaptação ecológica local (VOGELMANN, 1993; BRODERSEN; VOGELMANN, 2007) ou se há relação com a adaptação evolutiva do gênero (CARLSEN; CROAT, 2019). Porém, Carlsen e Croat (2019) destacam dois caracteres foliares considerados importantes para suportar a monofilia dos grupos de *Anthurium* e que são congruentes aos clados de análises moleculares: o tipo de venação foliar e a presença das pontuações glandulares. Assim, apesar

do caráter presença/ausência das pontuações glandulares na lâmina foliar ser considerado estável para algumas espécies do gênero *Anthurium*, há possibilidade que nas espécies sem diagnose do caráter, o desenvolvimento da pontuação possa ser estimulado, como resposta adaptativa ao ambiente, o que pode estar relacionado a variação da presença da estrutura em populações diferentes aqui estudadas.

Apesar das similaridades morfoanatômicas e ontogenéticas, as pontuações glandulares não apresentam a suberificação das células, como as verrugas suberosas. Nas regiões apical e central da estrutura, ocorre lignificação da parede celular. Segundo Sederoff e Chang (1991), esse polímero fenólico está relacionado à proteção, como antimicrobiano, função coerente com sua localização próxima à abertura da estrutura. Ruel *et al.* (2002) sugeriram que o processo de polimerização da lignina na parede celular tem um papel importante na organização tridimensional da matriz de polissacarídeos, conferindo maior rigidez à célula. No processo de estabelecimento da pontuação glandular, a presença da lignina pode ser um dos agentes responsáveis pela configuração da estrutura em seu formato hemisférico.

As pontuações glandulares nas espécies aqui estudadas de *Anthurium* apresentam abertura na região apical, onde armazenam compostos fenólicos na maioria das espécies, mas não se caracterizam como glândulas, pois não exsudam qualquer substância ergástica e também não ocorre a suberização da estrutura. Propomos aqui, então, uma alteração terminológica para tal estrutura, de pontuação glandular para pontuação verrucosa, simplesmente pontuação ou verrugas suberizadas, uma vez que nenhuma atividade secretora foi evidenciada e muitas similaridades com as verrugas suberosas presentes em outros grupos foram verificadas.

6. CONCLUSÃO

As pontuações glandulares estão presentes em 14 das 26 espécies de *Anthurium* aqui estudadas, discordando das informações bibliográficas prévias. Como o caráter presença/ausência da pontuação glandular só pode ser confirmado através de análises anatômicas minuciosas, devido à distribuição esparsa pela lâmina foliar, propomos aqui o uso parcimonioso do mesmo na delimitação infragenérica de *Anthurium*, especialmente se baseado em observação em campo ou de material herborizado sob lupa. As pontuações são originadas a partir de um estômato e verificou-se a presença de estômatos tipo-D na lâmina foliar de espécies pontuadas e não pontuadas, dados inéditos para o gênero. Apesar da estrutura armazenar compostos fenólicos na maioria das espécies estudadas, não há indícios de atividade glandular ou exsudação e há muitas similaridades morfoanatômicas com as verrugas de cortiça. Deste modo, propomos a utilização da terminologia verrugas suberizadas ou pontuação verrucosa, especialmente considerando aspectos ontogenéticos e estruturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, I. M.; BERG, C. V.; MAYO, S. Elliptic Fourier analysis of leaf shape in *Anthurium sinuatum* Benth. ex Schott and *A. pentaphyllum* (Aubl.) G. Don (Araceae) in forest fragment populations. **Kew Bulletin**, Londres, v. 65, n. 1, p. 1–18, 2010.
- BAAS, P. Vegetative anatomy and the affinities of Aquifoliaceae, Sphenostemon, Phelline and Oncotheca. **Blumea**, Leiden, v. 22, n. 3, p. 311–407, 1975.
- BACHMANN, E. Über Korkwucherungen auf Blättern. **Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik**, v. 12, p. 190–236, 1880.
- BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, Londres, v. 99, n. 1, p. 191–203, 2005.
- BARTHLOTT, W.; NEINHUIS, C.; CUTLER, D.; DITSCH, F.; MEUSEL, I.; THEISEN, I.; WILHELMI, H. Classification and terminology of plant epicuticular waxes. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Londres, v. 126, n. 3, p. 237–260, 1998.
- BOYCE, P. C.; CROAT, T. B. **The Überlist of Araceae: totals for published and estimated number of species in aroid genera**. c2011. Disponível em: <http://www.aroid.org/genera/140601uberlist.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2020.
- BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. **Nutrition Reviews**, Washington, v. 56, n. 11, p. 317–333, 1998.
- BRODERSEN, C. R.; VOGELMANN, T. C. Do epidermal lens cells facilitate the absorptance of diffuse light? **American Journal of Botany**, Lancaster, v. 94, n. 7, p. 1061–1066, 2007.
- BUKATSCH, F. Bemerkungen zur Doppelfärbung Astrablau-Safranin. **Mikrokosmos**, Stuttgart, v. 61, n. 8, p. 255, 1972.
- CARLSEN, M. M.; CROAT, T. B. A molecular phylogeny of the species-rich neotropical genus *Anthurium* (Araceae) based on combined chloroplast and nuclear DNA. **Systematic Botany**, Ohio, v. 38, n. 3, p. 576–58, jul. 2013.
- CARLSEN, M. M.; CROAT, T. B. An analysis of the sectional classification of *Anthurium* (Araceae): comparing infrageneric groupings and their diagnostic morphology with a molecular phylogeny of the genus. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, Saint Louis, v. 104, n. 1, p. 69–82, mar. 2019.
- CHAMBERLAIN, C. L. **Methods in plant histology**. Chicago: The University of Chicago Press, 1932.
- COELHO, M. A. N.; WAECHTER, J. L.; MAYO, S. J. Revisão taxonômica de *Anthurium* (Araceae) seção *Urospadix* subseção *Flavescentiviridia*. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 4, p. 799–864, 2009.

COELHO, M. A. N.; SOARES, M. L.; CALAZANS, L. S. B.; GONÇALVES, E. G.; ANDRADE, I. M. DE; PONTES, T. A.; SAKURAGUI, C. M.; TEMPONI, L. G.; BUTURI, C.; MAYO, S. J. **Araceae em Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, c2016. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB4912>. Acesso em: 05 jan. 2020.

CROAT, T. B. A Revision of *Anthurium* section *Pachyneurium* (Araceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, Saint Louis, v. 78, n. 3, p. 539–835, 1991.

CROAT, T. B.; CARLSEN, M. M. A New Section of *Anthurium*: Section *Cordato-punctatum* (Araceae), Restricted to Central America. **Novon: A Journal for Botanical Nomenclature**, Saint Louis, v. 28, n. 1, p. 46–50, fev. 2020.

CROAT, T. B.; SHEFFER, R. B. The sectional groupings of *Anthurium* (Araceae). **Aroideana**, Miami, v. 6, n. 3, p. 85–123, 1983.

CROAT, T. B.; WHITEHILL, J.; YATES, E. D. A new subsection of *Anthurium* section *Calomystrium* (Araceae) and five new species from Colombia and Ecuador. **Aroideana**, Miami, v. 30, p. 23–37, 2007.

DALITZSCH, M. Beiträge zur Kenntnis der Blattanatomie der Aroideen. **Botanischen Centralblatt**, Jena, v. 25, p. 153–156, 1886.

DIAS, G. M. G.; SOARES, J. D. R.; CASTRO, A. C. R.; PASQUAL, M.; ASCARI, I. J.; COSTA, A. C. Grouping of *Anthurium* genotypes based on genetic and morpho-anatomical features. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 17, n. 4, p. 341–349, 2017.

DICKISON, W. C. **Integrative plant anatomy**. São Diego: Harcourt Academic Press, 2000.

ENGLER, H. G. A. Araceae. In: MARTIUS, C. F. P. (ed.) **Flora brasiliensis**. Leipzig: Frid. Fleischer, 1878. v. 3, part. 2, p. 56–88, tab. 11–102.

ENGLER, H. G. A. Revision der Gattung *Anthurium* Schott. In: ENGLER, H. G. A. (ed.) **Engler's Botanische Jahrbücher**. Leipzig: W. Engelmann, 1898. v. 25, p. 352–476.

ENGLER, H. G. A. Araceae-Pothoideae. In: ENGLER, H. G. A. (ed.) **Das Pflanzenreich**. Leipzig: W. Engelmann, 1905, v. 4, p. 1–20.

ENGLER, H. G. A. Araceae, pars generalis. In: ENGLER, H. G. A. (ed.) **Das Pflanzenreich**. Leipzig: W. Engelmann, 1920, v. 4 p. 1–70.

EVANS, L. S.; BROMBERG, A. Characterization of cork warts and aerenchyma in leaves of *Rhizophora mangle* and *Rhizophora racemosa*. **The Journal of the Torrey Botanical Society**, Lawrence, v. 137, n. 1, p. 30–38, 2010.

FAROOQUI, P. Cork-warts in *Eucalyptus* species. **Plant Sciences**, Bangalore, v. 91, n. 4, p. 289–295, 1982.

FRENCH, J. C. Vegetative anatomy. In: MAYO, S. J.; BOGNER, J.; BOYCE, P. C. (eds.) **The genera of Araceae**. Kew: Royal Botanic Gardens, 1997. p. 9–29.

GENUA, J. M.; HILLSON, C. J. The occurrence, type and location of calcium oxalate crystals in the leaves of fourteen species of Araceae. **Annals of Botany**, Londres, v. 56, n. 3, p. 351–361, set. 1985.

GENTNER, G. Über die Vorläuferspitzen der Monokotylen. **Flora**, Jena, v. 95, p. 327–383, 1905.

GOVAERTS, R.; BOGNER, J.; BOOS, J.; BOYCE, P. C.; COSGRIFF, B.; CROAT, T. B.; GONÇALVES, E. G.; GRAYUM, M. H.; HAY, A.; HETTERSCHIED, W. L. A.; ITTENBACH, S.; LANDOLT, E.; MAYO, S. J.; MURATA, J.; NGUYEN, V.; SAKURAGUI, C. M.; SINGH, Y.; THOMPSON, S.; ZHU, G. H. **World Checklist of Araceae**. Kew: Royal Botanic Gardens, 2020. Disponível em: <http://wcsp.science.kew.org>. Acesso em: 05 jan. 2021.

GUIMARÃES, A. R.; ANDREATA, R. H. P.; COSTA, C. G. Stem and leaf morphoanatomy of two Atlantic Forest species of *Smilax* Linnaeus. **Journal of Neotropical Biology**, Goiânia, v. 8, n. 1, p. 1–14, 2011.

JENSEN, W. A. **Botanical histochemistry: principles and practice**. São Francisco: W.H. Freeman and Company, 1962.

JOFFILY, A.; VIEIRA, R. C. Anatomia foliar de *Maytenus* Mol. emend Mol. (Celastraceae), ocorrente no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 19, n. 3, p. 549–561, 2005.

JOFFILY, A.; VIEIRA, R. C. Cork-warts on the leaf epidermis of four genera of Celastroideae-Celastraceae. **Flora**, Jena, v. 205, p. 313–318, 2010.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. Nova York: McGraw-Hill Book Company, 1940.

KAISER, E. Verfahren zur Herstellung einer tadellosen Glycerin-Gelatine. **Botanisches Zentralblatt**, Jena, v. 180, p. 25–26, 1880.

KEATING, R. C. Collenchyma in Araceae: trends and relation to classification. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Londres, v. 134, p. 203–214, 2000.

KEATING, R. C. **Anatomy of the monocotyledons IX: Acoraceae and Araceae**, Oxford: Clarendon Press, 2002.

KEATING, R. C. Leaf anatomic characters and their value in understanding morphoclines in the Araceae. **The Botanical Review**, Nova York, v. 68, n. 4, p. 510–523, 2003.

KOLATTUKUDY, P. E. Biopolyester membranes of plants: Cutin and suberin. **Science**, Washington, v. 208, n. 4447, p. 990–1000, 1980.

- KOLATTUKUDY, P. E.; SOLIDAY, C. L. Effects of stress on the defensive barriers of plants. *In*: KEY, J. L.; KOSUGE, T. (eds.) **Cellular and Molecular Biology of Plant Stress**, Nova York: Alan R. Liss, 1985, p. 381–400.
- KORN, R. W.; FREDRICK, G. W. Development of D-type stomata in the leaves of *Ilex crenata* var. *convexa*. **Annals of Botany**, Londres, v. 37, n. 3, p. 647–656, 1973.
- LABRID, C. Pharmacologic properties of Daflon 500mg. **Angiology**, Nova York, v. 45, n. 6, p. 524–530, 1994.
- LINDORF, H. Leaf structure of 15 shade monocotyledons of the cloud of forest of Rancho Grande: 1 Bifacials: Araceae, Marantaceae, Musaceae. **Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales**, Caracas, v. 40, n. 113, p. 19–72, 1980.
- LORENZO, L.; MANTUANO, D. G.; MANTOVANI, A. Comparative leaf ecophysiology and anatomy of seedlings, young and adult individuals of the epiphytic aroid *Anthurium scandens* (Aubl.) Engl. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 68, n. 3, p. 314–322, 2010.
- MANTHEY, J. A.; BUSLIG, B. S. Flavonoids in the living system. *In*: MANTHEY, J. A.; BUSLIG, B. S. (Eds.) **Advances in Experimental Medicine and Biology**, Nova York: Plenum, 1998, p. 1–9.
- MANTOVANI, A. Leaf morphophysiology and distribution of epiphytic aroids along a vertical gradient in a Brazilian rain forest. **Selbyana**, Sarasota, v. 20, n. 2, p. 241–249, 1999.
- MANTOVANI, A.; PEREIRA, T. E. Comparative anatomy of leaf and spathe of nine species of *Anthurium* (section *Urospadix* subsection *Flavescentiviridia*) (Araceae) and their diagnostic potential for taxonomy. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 56, n. 88, p. 145–160, 2005.
- MANTOVANI, A.; FILARTIGA, A. L. P.; COELHO, M. A. N. Anatomia comparada da folha e espata de espécies de *Anthurium* (Araceae) ocorrentes na Mata Atlântica. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 185–200, 2010.
- MAYO, S. J.; BOGNER, J.; BOYCE, P. C. **The genera of Araceae**. Kew: Royal Botanic Gardens, 1997.
- McDOWELL, E. M.; TRUMP, B. F. Histologic fixatives suitable for diagnostic light and electron microscopy. **Archives of Pathology & Laboratory Medicine**, Chicago, v. 100, n. 8, p. 405–414, 1976.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. New York: Oxford University Press, 1979.
- NEISH, P. G.; DRINNAN, A. N.; LADIGES, P. Y. Anatomy of leaf-margin lenticels in *Eucalyptus denticulate* and three other Eucalypts. **Australian Journal of Botany**, Melbourne, v. 43, n. 2, p. 211–221, 1995.

- O'BRIEN, T. P.; FEDER, N.; McACULLY, M. E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. **Protoplasma**, Wien, v. 59, n. 2, p. 368–373, 1964.
- PAGODA, I. O.; PAUTOV, A. A.; ZELENSKAYA, M. S.; YU VLASOV, D. Cork warts on leaves of *Gnetum* L. (Gnetaceae) and its phylloplane fungi. **International Journal of Botany**, Lasani, v. 11, n. 1, p. 10–20, 2015.
- POULSEN, V. A. Om korkdannelse paa blade. **Videnskabelige Meddelelser fra dansk Naturhistoriske Forening i Kjöbenhavn**, Copenhage, v. 37, n. 8, p. 44–58, 1875.
- PRYCHID, C. J.; RUDALL, P. J. Calcium oxalate crystals in monocotyledons: a review of their structure and systematics. **Annals of Botany**, Londres, v. 84, p. 725–739, 1999.
- QI, Z.; PI, E.; ZHANG, X.; MOLLER, M.; JIANG, B.; LU, H. Ontogenesis of D-type stomata and cork-warts on the leaf epidermis of *Camellia japonica* (Theaceae) and functional assessment. **Flora**, Jena, v. 228, p. 24–30, 2017.
- REEVE, R. M. Histochemical tests for polyphenols in plant tissues. **Stain Technology**, Baltimore, v. 26, n. 2, p. 91–96, 1951.
- ROBARDS, A.W. An introduction to techniques for scanning electron microscopy of plant cells. *In*: HALL, J.L. (Ed.), **Electron microscopy and cytochemistry of plant cells**. New York: Elsevier, 1978, p. 343–403.
- ROCHA, L. C. F.; SMIDT, E. C.; COELHO, M. A. N.; TEMPONI, L. G. O gênero *Anthurium* (Araceae) no estado do Paraná – Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 65, n. 4, p. 917–937, 2014.
- RUEL, K.; MONTIEL, D.; GOUJON, T.; JOUANIN, L.; BURLAT, V.; JOSELEAU, J. P. Interrelation between lignin deposition and polysaccharide matrices during the assembly of plant cell walls. **Plant Biology**, Stuttgart, v. 4, n. 1, p. 2–8. 2002.
- SAMUELS, J. A. A pathological anatomical study of crystal cyst formation in parenchymatous tissue in the genus *Anthurium*. **Annals of Botany**, Londres, v. 37, n. 2, p. 159–181, 1923.
- SASS, J. E. **Elements of botanical microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1940.
- SEDEROFF, R.; CHANG, H. M. Lignin biosynthesis. *In*: LEWIN, M.; GOLDSTEIN, I.S. (Eds.), **Wood structure and composition**, New York: Marcel Dekker, 1991, p. 263–285.
- SMITH, F. H.; SMITH, E. C. Anatomy of the inferior ovary of *Darbya*. **American Journal of Botany**, Lancaster, v. 29, n. 6, p. 464–471, 1942.
- SOLEREDER, H. Beitrage zur Anatomie der Araceen. **Botanischen Centralblatt**, Jena, v. 36, p. 60–77, 1919.
- STACE, C. A. Cuticular studies as an aid to plant taxonomy. **Bulletin of the British Museum (Natural History)**, Londres, v. 4, n. 1, p. 3–78, 1965.

TEMPONI, L.G. **Sistemática de Anthurium seção Urospadix (Araceae)**. 2006. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

TIEGHEM, P. V. Recherches sur la structure des Aroides. **Annales des Sciences Naturelles**, Paris, v. 5, n. 6, p. 163, 1866.

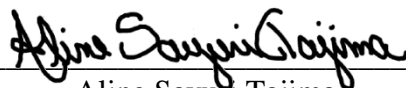
VAZ, P. P.; SOUZA, P. R.; ALVES, F. M.; ARRUDA, R. C. O. Cork-warts on leaves of Lauraceae: confirming a suspicion. **Plant Systematics and Evolution**, Nova York, v. 304, p. 723–729, 2018.

VOGELMANN, T. C. Plant tissue optics. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 44, p. 231–251, 1993.

ALINE SAYURI TAJIMA

PONTUAÇÕES GLANDULARES NA LÂMINA FOLIAR DE ANTHURIUM SCHOTT
(ARACEAE, ALISMATALES): CARACTERIZAÇÃO, HISTOQUÍMICA E ONTOGENIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de
Bacharela e Licenciada em Ciências Biológicas



Aline Sayuri Tajima
Autora



Profa. Dra. Alessandra Ike Coan
Orientadora

Rio Claro
2021