

# Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil) FAMÍLIA: 152-Lentibulariaceae

 Cynthia Fernandes Pinto da Luz<sup>1,2</sup> (<https://orcid.org/0000-0001-7908-155X>),  
 Paola Fernanda Cardoso Bonifácio<sup>1</sup> (<https://orcid.org/0000-0002-5001-9573>) e  
 Natalia Sêneda Martarello<sup>1</sup> (<https://orcid.org/0000-0002-8556-9997>)

**Como citar:** Luz, C.F., Bonifácio, P.F.C. & Martarello, N.S. 2025. Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil) FAMÍLIA: 152-Lentibulariaceae. Hoehnea 53: e742024, 2026. <https://doi.org/10.1590/2236-8906e742024>.

**ABSTRACT** – (Pollen flora of Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brazil). FAMILY: 152-Lentibulariaceae). Pollen grains of three species of Lentibulariaceae (*Utricularia foliosa* L., *U. gibba* L., *U. subulata* L.), occurring in the “Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga” were studied. Descriptions, illustrations, and pollen key for species are provided.

**Keywords:** carnivorous plants, Lamiales, pollen morphology, *Utricularia*

**RESUMO** – (Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). FAMÍLIA: 152-Lentibulariaceae). Foram estudados os grãos de pólen de três espécies de Lentibulariaceae (*Utricularia foliosa* L., *U. gibba* L., *U. subulata* L.), ocorrentes na “Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga”. São apresentadas descrições, ilustrações, e chave polínica para identificação das espécies.

**Palavras-chave:** Lamiales, morfologia polínica, plantas carnívoras, *Utricularia*

## Introdução

O presente trabalho é parte da série de estudos que compõem a Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), planejada por Melhem *et al.* (1984), que visa caracterizar morfológicamente os grãos de pólen das famílias que ocorrem no local para complementar os levantamentos da Flora Fanerogâmica do PEFI (Melhem *et al.* 1981, Nakajima *et al.* 2001) e fornecer subsídios à Taxonomia.

A Flora Polínica do PEFI segue o sistema de Cronquist (1968), conforme delineado no projeto proposto por Melhem *et al.* (1981). O formato atual segue Cruz-Barros & Souza (2005), com modificações realizadas por Luz *et al.* (2024), que inseriram mais informações sobre as plantas com o intuito de servir aos estudos ecológicos e paleoecológicos que se utilizam da identificação polínica em diversos sedimentos, bem como, incluíram tabelas de medidas

para as características polínicas de famílias com mais de uma espécie, e adicionaram os táxons ocorrentes no local citados no CRIA (2023), que não constavam nas publicações originais da Flora Fanerogâmica do PEFI.

Lentibulariaceae é a família com maior riqueza entre as plantas popularmente conhecidas como “carnívoras”, com cerca de 350 espécies distribuídas nos gêneros *Genlisea* A.St.-Hil., *Pinguicula* L. e *Utricularia* L. (Król *et al.* 2012). No Brasil, *Genlisea* e *Utricularia* ocorrem em todos os domínios fitogeográficos, totalizando cerca de 90 espécies nativas (Guedes *et al.* 2024).

Essas espécies apresentam hábitos diversos: terrícolas, aquáticas, helófitas, epífitas, rupícolas ou reófitas. São desprovidas de raízes, mas algumas espécies terrestres possuem rizoides ou tubérculos na base da inflorescência, e espécies aquáticas podem apresentar estolões entumecidos que funcionam como flutuadores (Guedes *et al.* 2024).

1. Instituto de Pesquisas Ambientais, Departamento de Conservação da Biodiversidade, Avenida Miguel Estéfano, 3687, 04301-902 São Paulo, SP, Brasil  
2. Autor para correspondência: cyluz@yahoo.com.br

A “síndrome carnívora” implica a presença de armadilhas adaptadas à captura, digestão e absorção de presas, reduzindo a dependência fotossintética (Król *et al.* 2012). Em *Utricularia*, as armadilhas são os utrículos, vesículas ovóides resultantes da modificação de primórdios foliares, presentes em folhas, caules, estolões ou rizoides. São estruturas ativas, com abertura dotada de tricomas sensoriais que, ao serem tocados por microinvertebrados ou protozoários, suas principais presas, disparam a sucção de água (Lloyd 1942, Taylor 1989, Juniper *et al.* 1989, Harms 1999, Harms & Johansson 2000, Reifenrath *et al.* 2006, Guisande 2007, Adamec 2011, Andrade & Forzza 2012, Poppinga *et al.* 2016, Arruda *et al.* 2017, Whitewoods *et al.* 2020, Dolsan 2021).

As inflorescências de *Utricularia* são racemosas ou com uma única flor, bissexuadas, com corola zigomórfica bilabiada e esporão nectarífero (cálcio). A disposição floral favorece polinização cruzada por visitantes com probóscide longa, que utilizam o lábio inferior como plataforma de pouso (Taylor 1989, Guedes *et al.* 2024). O androceu possui dois estames com anteras monotecas e deiscência longitudinal (Guedes *et al.* 2024). Muitas espécies apresentam flores casmógamas e cleistógamas, além de propagação vegetativa por estolões (Taylor 1989, Philbrick & Les 1996, Guisande 2007, Dolsan 2021). Polinizadores observados incluem abelhas (*Apis*, *Xylocopa*, *Bombus*), além de Diptera, Lepidoptera e, ocasionalmente, Apodiformes (Hobbhahn *et al.* 2006, Guedes 2017). Dada a especificidade dos microambientes em que as espécies de Lentibulariaceae se desenvolvem, as atividades humanas podem causar perturbações significativas que não apenas destroem essas populações, mas também reduzem drasticamente a presença de seus polinizadores (Rodrigues 2022).

Os grãos de pólen de *Utricularia* são frequentes em registros palinológicos do Pleistoceno e Holoceno do Brasil, servindo como bioindicadores paleoambientais (Luz *et al.* 2010, 2011, 2017, Fonseca *et al.* 2021, Reis *et al.* 2024).

No Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), a caracterização polínica de *Utricularia* contribuirá com a taxonomia, conservação e compreensão das interações ecológicas dessas espécies. Além disso, o estudo da morfologia polínica permite inferir a dinâmica florística passada, monitorar variações populacionais e avaliar a resiliência desses ecossistemas frente às mudanças climáticas.

Segundo Anderson (2000), a família Lentibulariaceae está representada no PEFI por duas espécies: *Utricularia gibba* L e *U. subulata* L. A busca

na base de dados do CRIA (2024) pelas espécies de ocorrência no PEFI adicionou *U. foliosa* L.

*Utricularia foliosa* (popularmente conhecida como “boca-de-leão-do-banhado”, “barba-de-camarão” ou “violeta do brejo”) e *U. gibba* (conhecida como “bexiga corcunda”) são aquáticas (hidrófitas fixas ou flutuantes-livres). Na primeira os rizoides estão ausentes, habitando lagos de águas rasas ou profundas, e na segunda presentes, habitando preferencialmente brejos e pântanos, embora possa ocorrer também em córregos de águas rasas, corredeiras de águas tranquilas e, mais raramente, em lagos profundos (Taylor 1980, Corrêa & Mamede 2002, Guedes *et al.* 2024). Com relação a polinização, *U. foliosa* exibe síndrome entomófila (CNCFlora 2024). Já *U. subulata* (conhecida como “lodo” ou “bexiga zigue-zague”) é terrícola e helófitas, com rizoides presentes, vegetando em solos arenosos e encharcados da restinga na transição para dunas, savanas, banhados, pântanos, margens de córregos, terrenos turfosos, geralmente entre musgos e gramíneas, e em áreas de vegetação alterada (Corrêa & Mamede 2002, Andrade & Forzza 2012, Durigan *et al.* 2018). As três espécies florescem o ano todo (Corrêa & Mamede 2002).

Com relação a morfologia polínica, o gênero *Utricularia* é euripolínico tendo sido reconhecido cinco grupos palinológicos por Huynh (1968), conforme os tipos de aberturas e características da área polar. O grupo I reúne os grãos de pólen em tétrades ou mônades, 3 a 11-colporados (o autor supõem que possa haver mais), os colpos são livres e longos (ou curtos somente em algumas espécies de epífitas), com endoaberturas individualizadas, *i.e.*, separadas umas das outras, que pelos desenhos do autor são lalongadas, com área polar distinta, podendo ser muito pequena a muito grande, ou raros grãos parcialmente sincolpados nos polos; grupo II com grãos de pólen com 3 a 5 “poróides” (o autor supõem que possa haver mais), que são duas vezes mais longos que largos, e pelos desenhos parecem colpos curtos, o “poróide” apresenta sexina espessada ao redor (parecem *costae* espessas ou ânulos), com endoaberturas individualizadas, separadas umas das outras, e que pelos desenhos parecem lalongadas, com área polar distinta, grande a muito grande; grupo III com grãos de pólen com 4 a 6 “poróides” (o autor supõem que possa haver mais), que são duas vezes mais longos que largos, e nos desenhos aparentam ser colpos curtos, o “poróide” apresenta sexina espessada ao redor (pelas ilustrações são *costae* espessas ou ânulos), com endoabertura formando um cinturão ou faixa ao redor do grão (pelas imagens são endocinguladas),

ligeiramente mais larga que o comprimento total da ectoabertura, com área polar distinta grande a muito grande; grupo IV com grãos de pólen com 8 a 13 colpos livres e longos (o autor supõe que possa haver mais), com duas espécies (*U. fimbriata* Kunth e *U. guyanensis* A.DC.) excepcionalmente apresentando de 4 a 6 colpos. A endoabertura forma um cinturão estreito ao redor do grão (*i.e.*, são endocinguladas), com área polar distinta, muito pequena a pequena; grupo V com grãos de pólen com 8 a 28 colpos longos, com endoabertura formando um cinturão largo ao redor do grão (*i.e.*, são endocinguladas), com apocolpos descritos pelo autor como apresentando um fenômeno de abertura dos apocolpos, *i.e.*, alguns pares de colpos de um grão de pólen podem se prolongar e se fundir sobre os polos (pelos desenhos são sincolpados ou parassincolpados), não restando área polar livre.

Portanto, os grãos de pólen de *Utricularia* são isolados em mônades, ou raramente reunidos em tétrades, com amb circular ou lobado, contorno equatorial elíptico ou em forma de fuso, e apresentam numerosos colpos livres, curtos ou longos, ou ainda, os colpos se anastomosam em um ou nos dois polos, considerados sincolpados ou parassincolpados. Os “poróides”, conforme descritos por Huynh (1968), com comprimento duas vezes maior que a largura, parecem ser melhor classificados como colpos curtos. Quanto a polaridade, podem ser isopolares, subisopolares, por um dos polos ser ligeiramente diferente do outro nas uniões dos colpos anastomosados, ou heteropolares, com os dois polos diferentes entre si. As endoaberturas são de difícil distinção ou bem visíveis, endocinguladas, quando se forma um cinturão ao redor do grão, ou individualizadas em lalongadas ou lolongadas. Normalmente são providos de ornamentação do tipo escabrada, psilada, perfurada, granulada, rugulada ou fossulada, sendo que as espécies reófitas da seção Avesicaria são uma exceção, como *U. neottioides* A.St.-Hil. & Girard e *U. oliveriana* Steyerl., que possuem ornamentação microequinada (Erdtman 1943, 1952, Erdtman *et al.* 1961, Thanikaimoni 1966, Huynh 1968, Melhem & Abreu 1981, Janarthanam & Henry 1992, Lobreau-Callen 1999, Rull 2003, Carreira *et al.* 2009, Cruz *et al.* 2018, Dolsan 2021).

O pólen das três espécies de *Utricularia* aqui analisadas foram descritos por alguns autores [(*U. foliosa* em Huynh (1968), Melhem & Abreu (1981), Roubik & Moreno (1991), Lobreau-Callen *et al.* (1999), Willard *et al.* (2004), García *et al.* (2011), Lorente *et al.* (2017), Ybert *et al.* (2017) e Cruz *et al.* (2018); *U. gibba* em Ikuse (1956), Shivaramiah

(1964), Thanikaimoni (1966) (descrita nos três como *U. gibba* subsp. *exoleta*), Huynh (1968) (descrita como *U. obtusa* Sw.), Sohma (1975), Melhem & Abreu (1981) (descrita como *U. obtusa* Sw.), Roubik & Moreno (1991) (descrita como *U. obtusa* Sw.), Lobreau-Callen *et al.* (1999), Bhowmik & Datta (2013) e Cruz *et al.* (2018); *U. subulata* em Huynh (1968), Ybert (1979), Lobreau-Callen *et al.* (1999), Carreira & Barth (2003), Ybert *et al.* (2017) e Cruz *et al.* (2018)]. No entanto, as descrições polínicas em cada espécie variaram muito entre eles quanto ao número de aberturas, características da área polar, presença ou não de sincolpismo e do endocíngulo e a distinção do tipo de ornamentação da sexina, o que pode denotar variabilidade intraespecífica, ou desuniformização dos termos palinológicos. Verificou-se que, para uma melhor compreensão morfológica dos grãos de pólen de *Utricularia*, muitos termos arcaicos precisam ser atualizados com base nos glossários palinológicos modernos (Barth & Melhem 1988, Punt *et al.* 2007, Hesse *et al.* 2009, Halbritter *et al.* 2018), e abandonados em novas descrições.

## Materiais e métodos

Os botões florais utilizados para este trabalho foram coletados de material herborizado depositado no Herbário Científico do Estado Maria Eneyda P. Kauffmann Fidalgo” (SP).

Os grãos de pólen foram preparados segundo o método de acetólise (Erdtman 1960) modificado por Melhem *et al.* (2003). Como são grãos com muitas aberturas, apresentam propensão a dobras e amassamento, necessitando adaptação da metodologia de preparo. Por isso, utilizou-se 80°C por 30 segundos no banho-maria e 1.200 rpm de centrifugação por oito minutos. As medidas de tamanho foram obtidas em 25 grãos de pólen tomados ao acaso e para os demais caracteres morfológicos foram feitas 10 medidas. Em outros espécimes da mesma espécie, para efeito de comparação, foram feitas 10 medidas dos eixos maior e menor na vista equatorial para validar o tamanho e a forma do grão representativos da espécie (Melhem *et al.* 1984). As imagens dos grãos de pólen foram obtidas digitalmente em microscopia óptica, utilizando-se o fotomicroscópio Olympus BX 50 acoplado a uma câmera de vídeo e microcomputador (PC) e o programa CellSens Standard versão 1.5 para Windows.

A terminologia utilizada na descrição dos grãos de pólen foi a de Barth & Melhem (1988) e Punt *et al.* 2007, este último traduzido para o português.

As lâminas de microscopia com o material polínico encontram-se depositadas na palinoteca do Laboratório de Palinologia PALINO-IPA do Instituto de Pesquisas Ambientais.

## Resultados e discussão

### Lentibulariaceae Rich.

#### *Utricularia* L.

Grãos de pólen em mônades; isopolares ou subisopolares; de simetria radial; âmbito circular a subcircular; suboblato, oblato-esferoidais ou subprolato; de tamanho pequeno a grande; 9 a 11-zonocolporados ou 14 a 20-sincolporados, colpos estreitos recobertos por membrana psilada, colpos sem contração mediana e com margem estreita, colpos anastomosados nos polos (sincolpados, sem área polar) ou colpos longos livres (com área polar pequena); endoaberturas endocinguladas, cujo cinturão formado em torno do grão de pólen pode ser largo ou estreito; exina tectado-columelada, sexina de ornamentação rugulada-perfurada ou psilada-perfurada, sexina mais espessa que a nexina.

#### 1. *Utricularia foliosa* L.

Figura 1 a-d

Forma: oblato-esferoidal a subprolata, âmbito circular a subcircular.

Aberturas: 14 a 18-sincolporadas, *i.e.*, alguns pares de colpos podem se prolongar e se fundir sobre os apocolpos; endoaberturas endocinguladas, formando uma faixa larga.

Exina: rugulada-perfurada.

Medidas ( $\mu\text{m}$ ): *A. Usteri* s.n., SP14814:  $P = 54,0 \pm 1,0$  (faixa de variação 43,4-63,9);  $E = 45,9 \pm 0,8$  (faixa de variação 38,2-53,7); eixo equatorial em vista polar =  $58,3 \pm 0,7$ ; colpo larg ca. 1,2; endoabertura larg ca. 2,8; sexina ca. 1,3 e nexina ca. 0,5 (tabelas 1 e 2).

Material estudado: *M. Kuhlmann* s.n., SP31617:  $P = 48,7 \pm 1,0$  (faixa de variação 33,1-56,4);  $E = 51,9 \pm 0,2$  (faixa de variação 48,0-55,6); colpo larg ca. 1,2; endoabertura larg ca. 2,5; sexina ca. 1,2 e nexina ca. 0,4 (tabelas 1 e 2).

Observações: Essa espécie não constava na publicação de Anderson (2000), mas ocorre no PEFI, conforme consulta realizada na base de dados de herbários do *SpeciesLink* do CRIA (2024). O único espécime do PEFI que constava no *SpeciesLink* do herbário SP foi

o coletado no Lago das Ninféas por Corrêa, M.A., Mariano Neto, E. 47 em 24-X-1995 (SP291110). Este foi preparado para a análise palinológica, no entanto, não apresentou pólen. Coletou-se mais cinco espécimes de outras localidades de São Paulo [*A.C. Brade* 5862, 04-II-1912 (SP7221); *F.C. Hoehne* s.n., 20-IV-1917 (SP95); *F.C. Hoehne* s.n., 29-IV-1920 (SP878); *A. Usteri* s.n., 15-IV-1906 (SP14814); *M. Kuhlmann* s.n., 28-III-1934 (SP31617)], mas somente os dois últimos apresentaram pólen.

Conforme nossos resultados, o pólen dessa espécie é subisopolar, ou seja, os polos não são exatamente iguais devido a fusão diferenciada de alguns colpos.

Pelo número de colpos, somado ao sincolpismo e presença de endocíngulo, o pólen da espécie pode ser classificado no grupo V de Huynh (1968), que também o estudou. O autor descreveu o pólen de dois espécimes de *Utricularia foliosa*: um apresentava menos aberturas (11 a 12) do que o observado em nosso estudo, enquanto se corroborou o número de 15 a 16 colpos do outro. Os grãos de pólen dos dois materiais estudados pelo autor variaram de tamanho entre si ( $P = 23,0 \mu\text{m}$  e  $E = 24,0 \mu\text{m}$  em um dos materiais e  $P = 34,0 \mu\text{m}$  e  $E = 45,0 \mu\text{m}$  no outro), ambos menores do que os do presente trabalho. Por outro lado, as medidas de largura das endoaberturas ( $4,5 \mu\text{m}$  em um material e  $7,0 \mu\text{m}$  no outro) foram bem maiores do que as dos nossos grãos.

Verificou-se variação intraespecífica no tamanho e na forma dos grãos de pólen nos espécimes aqui estudados, ocorrendo o mesmo nos resultados de outros autores. Em Melhem & Abreu (1981) ( $P = 49,3 \mu\text{m}$ ,  $E = 44,9 \mu\text{m}$ ), García *et al.* (2011) ( $P = 43 \mu\text{m}$ ,  $E = 48 \mu\text{m}$ ) e Lorente *et al.* (2017) ( $P = 32,4$ - $37,1 \mu\text{m}$ ,  $E = 41,3$ - $44 \mu\text{m}$ ), os valores dos eixos polar ( $P$ ) e equatorial ( $E$ ) ficaram dentro da faixa de variação encontrada no presente trabalho ( $P = 33,1$ - $63,9 \mu\text{m}$ ,  $E = 38,2$ - $55,6 \mu\text{m}$ ), enquanto em Roubik & Moreno (1991) ( $P = 50,0$ - $75,0 \mu\text{m}$ ,  $E = 50,0$ - $76,0 \mu\text{m}$ ), Willard *et al.* (2004) ( $P = 40,0$ - $60,0 \mu\text{m}$ ,  $E = 53,0$ - $64,0 \mu\text{m}$ ), Ybert *et al.* (2017) ( $P = 24,5$ - $44,1 \mu\text{m}$ ,  $E = 31,4$ - $50,9 \mu\text{m}$ ) e Cruz *et al.* (2018) ( $P = 27,5$ - $50,0 \mu\text{m}$ ,  $E = 25,0$ - $50,0 \mu\text{m}$ ), ora os valores foram menores, ora maiores.

A forma do pólen também variou entre os autores, sendo caracterizada como subesferoidal em Willard *et al.* (2004), prolato-esferoidal em García *et al.* (2011) e Ybert *et al.* (2017) e oblato-esferoidal em Cruz *et al.* (2018), sendo todas classificadas na categoria de subesferoidal, conforme os índices da forma do pólen de Erdtman (1952), e foram similares aos nossos resultados. As formas mais divergentes foram as de

Roubik & Moreno (1991), que apresentaram maior amplitude, de oblata a prolata, e a suboblata de Lorente *et al.* (2017). Deve-se levar em consideração o fato do

pólen de *Utricularia* tender muito ao amassamento, o que pode resultar em diferenças nas medidas dos eixos polar (P) e equatorial (E).

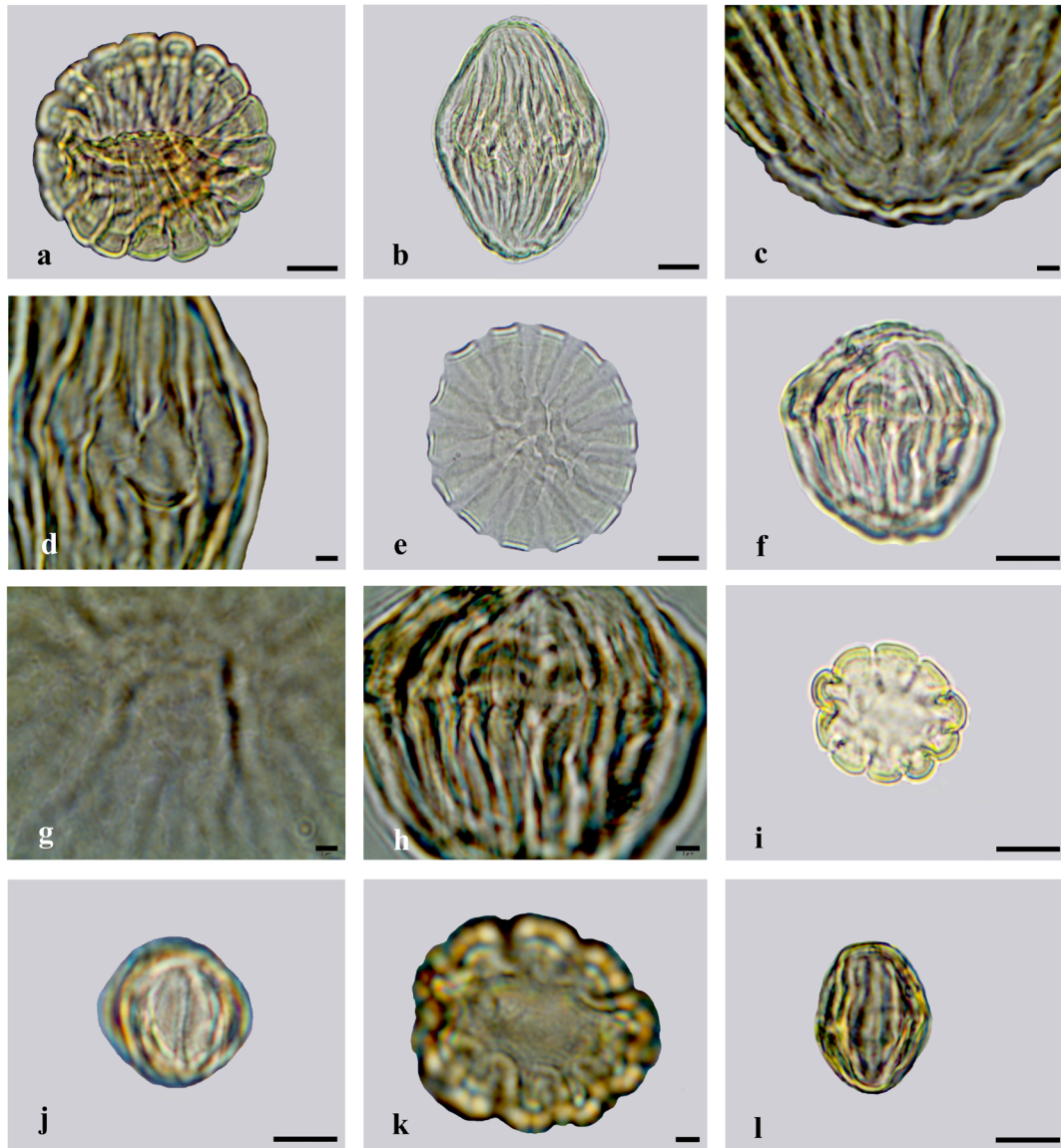


Figura 1. a-l. Fotomicrografias dos grãos de pólen de *Utricularia* L. a-d. *Utricularia foliosa* L. a. Vista polar evidenciando o corte óptico e os colpos. b. Vista equatorial evidenciando os colpos. c. Apocolpo, foco alto (LO1), evidenciando os colpos anastomosados (sincolporados) e a ornamentação rugulado-perfurada. d. Vista equatorial evidenciando a endoabertura endocingulada larga. e-h. *Utricularia gibba* L. e. Vista polar evidenciando o corte óptico e os colpos anastomosados. f. Vista equatorial evidenciando os colpos. g. Apocolpo, foco alto (LO1), evidenciando a ornamentação rugulado-perfurada. h. Vista equatorial evidenciando a endoabertura endocingulada estreita. i-l. *Utricularia subulata* L. i. Vista polar evidenciando o corte óptico e o colpos. j. Vista equatorial evidenciando os colpos. k. Apocolpo, foco baixo (LO2), evidenciando os cólpores não anastomosados e a ornamentação psilado-perfurada. l. Vista equatorial evidenciando a endoabertura endocingulada. Escalas nas figuras = 10  $\mu\text{m}$  (a, b, e, f, i, j, l); 2  $\mu\text{m}$  (c, d, g, h, k).

Figure 1. a-l. Photomicrographs of pollen grains of *Utricularia* L. a-d. *Utricularia foliosa* L. a. Polar view showing the optical section and colpi. b. Equatorial view showing the colpi. c. Apocolpium, high focus (LO1), showing the anastomosing colpi (syncolporate) and the rugulate-perforate ornamentation. d. Equatorial view showing the wide endocingulate endoaperture. e-h. *Utricularia gibba* L. e. Polar view showing the optical section and anastomosed colpi. f. Equatorial view showing the colpi. g. Apocolpium, high focus (LO1), showing the rugulate-perforate ornamentation. h. Equatorial view showing the narrow endocingulate endoaperture. i-l. *Utricularia subulata* L. i. Polar view showing the optical section and colpi. j. Equatorial view showing the colpi. k. Apocolpium, low focus (LO2), showing not anastomosed colpi and the psilate-perforate ornamentation. l. Equatorial view showing the endocingulate endoaperture. Scales in the figures = 10  $\mu\text{m}$  (a, b, e, f, i, j, l); 2  $\mu\text{m}$  (c, d, g, h, k).

Tabela 1: Medidas ( $\mu\text{m}$ ) em microscopia óptica dos grãos de pólen de *Utricularia* L. do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, Estado de São Paulo, Brasil.Table 1: Measurements ( $\mu\text{m}$ ) under optical microscopy of pollen grains of *Utricularia* L. from the Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, São Paulo State, Brazil.

| Espécime                             | EPVE (n=25)                |     |      | EEVE (n=25)                |     |      | EEVP (n=10)                |     |      | AP (n=10)                |     |      |
|--------------------------------------|----------------------------|-----|------|----------------------------|-----|------|----------------------------|-----|------|--------------------------|-----|------|
|                                      | IC - ( $x \pm sx$ ) IC +   | s   | V%   | IC - ( $x \pm sx$ ) IC +   | s   | V%   | IC - ( $x \pm sx$ ) IC +   | s   | V%   | IC - ( $x \pm sx$ ) IC + | s   | V%   |
| <i>Utricularia foliosa</i> SP14814   | 52,3 (54,3 $\pm$ 1,0) 56,4 | 4,9 | 9,0  | 44,3 (45,9 $\pm$ 0,8) 47,6 | 4,0 | 8,7  | 56,7 (58,3 $\pm$ 0,7) 59,9 | 5,5 | 9,5  | *                        | *   | *    |
| <i>Utricularia foliosa</i> SP31617   | 46,4 (48,7 $\pm$ 1,0) 51,1 | 8,7 | 17,8 | 51,3 (51,9 $\pm$ 0,2) 52,5 | 2,1 | 4,1  | ---                        | --- | ---  | *                        | *   | *    |
| <i>Utricularia gibba</i> SP169334    | 31,0 (32,7 $\pm$ 0,7) 34,5 | 6,7 | 20,4 | 38,0 (38,8 $\pm$ 0,3) 39,6 | 3,0 | 7,7  | 39,4 (41,3 $\pm$ 0,9) 43,3 | 7,3 | 17,6 | *                        | *   | *    |
| <i>Utricularia gibba</i> SP168851    | 33,3 (35,8 $\pm$ 1,1) 38,2 | 9,3 | 26,1 | 42,2 (44,0 $\pm$ 0,8) 45,7 | 6,8 | 15,4 | 51,5 (53,0 $\pm$ 0,7) 54,5 | 4,8 | 9,1  | *                        | *   | *    |
| <i>Utricularia subulata</i> SP141211 | 22,2 (23,0 $\pm$ 0,3) 23,7 | 1,8 | 7,7  | 18,7 (19,6 $\pm$ 0,4) 20,5 | 2,2 | 11,2 | 21,7 (22,4 $\pm$ 0,3) 23,1 | 2,5 | 11,3 | 7,4 (8,1 $\pm$ 0,3) 8,7  | 2,4 | 30,0 |

Nota. EPVE: Eixo polar na vista equatorial. EEVE: Eixo equatorial na vista equatorial. EEVP: Eixo equatorial na vista polar. AP: apocolpo/bissetriz. IC: intervalo de confiança a 95% (valor mínimo [IC-], valor máximo [IC+]. x: média aritmética. sx: desvio padrão da média. s: desvio padrão da amostra. V%: coeficiente de variabilidade. --- não foi possível obter as medidas. \*sem área polar por ser sincolpado/colpos anastomosados.

Tabela 2: Medidas ( $\mu\text{m}$ ) em microscopia óptica das aberturas e das camadas da exina dos grãos de pólen de *Utricularia* L. do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, Estado de São Paulo, Brasil. (n=10).Table 2: Measurements ( $\mu\text{m}$ ) under optical microscopy of aperture and exine layers of pollen grains of *Utricularia* L. from the Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, São Paulo State, Brazil. (n=10).

| Espécime                             | Colpo        |         | Número de colpos | Endoabertura  |         | Ornamentação da exina | Exina |     |
|--------------------------------------|--------------|---------|------------------|---------------|---------|-----------------------|-------|-----|
|                                      | Comprimento  | Largura |                  | Comprimento   | Largura |                       | S     | N   |
| <i>Utricularia foliosa</i> SP14814   | Sincolporado | 1,2     | 14 a 18          | Endocingulada | 2,8     | Rugulado-perfurada    | 1,3   | 0,5 |
| <i>Utricularia foliosa</i> SP31617   | Sincolporado | 1,2     | 14 a 18          | Endocingulada | 2,5     | Rugulado-perfurada    | 1,2   | 0,4 |
| <i>Utricularia gibba</i> SP169334    | Sincolporado | 1,9     | 14 a 20          | Endocingulada | 0,8     | Rugulado-perfurada    | 1,2   | 0,5 |
| <i>Utricularia gibba</i> SP168851    | Sincolporado | 1,4     | 14 a 20          | Endocingulada | 1,2     | Rugulado-perfurada    | 1,0   | 0,4 |
| <i>Utricularia subulata</i> SP141211 | 15,7         | 1,3     | 9 a 11           | Endocingulada | 4,5     | Psilado-perfurada     | 1,0   | 0,4 |

Nota. S: sexina. N: nexina.

Houve várias discrepâncias quanto ao número e tipo de aberturas do pólen descritos para a espécie pelos diversos autores que a estudaram. Foram indicados como policolpados sem especificação do

número em Melhem & Abreu (1981), que ao contrário do observado em nosso estudo, citaram que não foram observados ós (termo em desuso para endoaberturas, conforme Punt *et al.* 2007), no entanto, cogitaram

que a existência de uma área mais clara vista somente ao redor do equador de alguns grãos subprolatos, poderia corresponder ao que Huynh (1968) chamou de cinturão (termo usado por ele para a endoabertura endocingulada). O sincolpismo nos polos foi visto por Melhem & Abreu (1981) somente em alguns grãos, pois, observaram que a maioria dos grãos tinham colpos com extremidades livres, *i.e.*, com área polar íntegra. Já em Roubik & Moreno (1991) foram vistos 17 cólporos fusionados nos polos e zonorados (termo em desuso para endocingulado, de acordo com Punt *et al.* 2007), descrições essas similares às nossas. Lobreau-Callen *et al.* (1999) descreveram os grãos de pólen da seção Utricularia, da qual *Utricularia foliosa* faz parte, com características diversas das observadas aqui, com 10-cólporos de extremidades livres (não sincolpados), coincidindo no fato de serem endocingulados e com membrana do colpo psilada. Willard *et al.* (2004) caracterizaram o pólen de *U. foliosa* como 18-20-policolporoidado, que é um termo em desuso, significando que os grãos de pólen apresentam muitos colpos, mas as endoaberturas (antigamente também denominada como ora) são indistintas, conforme Punt *et al.* 2007. Em García *et al.* (2011) foram observados 16-19-estefanocolporados (termo em desuso, sinônimo de zono). Lorente *et al.* (2017) os descreveram como estefanocolporados (termo em desuso), sem mencionar quantos cólporos possuía, e com relação a endoabertura, indicaram que os poros (termo em desuso para indicar endoabertura) eram unidos em uma faixa contínua ao longo da região equatorial (sem mencionar que eram endocingulados). Ybert *et al.* (2017) descreveram que eram 14 a 18-zonocolporados, cujos colpos compridos poderiam ser parassincolpados a sincolpados, com margens dos colpos em relevo, sendo que as margens de dois colpos contíguos eram contínuas no equador, com endoaberturas pouco visíveis. Ao descreverem o pólen da espécie, Cruz *et al.* (2018) caracterizaram-no em um Tipo III concebido por eles, e não correspondendo ao tipo de Huynh (1968), com (15)16-18 colpos, similar às nossas observações de serem 14 a 18-sincolporados endocingulados. No entanto, diversos pontos sobre as ectoaberturas ficaram ambíguos no trabalho de Cruz *et al.* (2018), pois, ao mesmo tempo que descreveram que os colpos eram anastomosados nos polos, disseram que a área polar era pequena, cujos colpos longos e estreitos apresentavam comprimento de 33,2  $\mu\text{m}$ . Na chave, o pólen da espécie apareceu somente com 5 aberturas, enquanto no texto o descrevem com muito mais. Outra dúvida foi sobre a endoabertura para o pólen da espécie, que, apesar de caracterizarem-

na no texto do trabalho como no referido Tipo III por ser endocingulada, apresentaram medidas de comprimento das endoaberturas de 11,8  $\mu\text{m}$ , bem como constava em uma das tabelas como sendo do tipo lolongada.

A descrição da ornamentação da sexina variou muito, de ligeiramente reticulada (Melhem & Abreu 1981), a psilada (Roubik & Moreno 1991, Willard *et al.* 2004, García *et al.* 2011, Lorente *et al.* 2017), psilado-perfurada (Lobreau-Callen *et al.* 1999), escabrado-microgranulada (Ybert *et al.* 2017), e rugulada (Cruz *et al.* 2018), sendo esta última a mais parecida com a nossa descrição rugulado-perfurada.

Apesar da média de espessura da exina apresentada em Willard *et al.* (2004) ter sido similar ao visto aqui, a faixa de variação descrita pelos autores foi bem mais ampla [1,6 (1,0-3,0)  $\mu\text{m}$ ] que a nossa. As medidas de espessura da exina obtidas pelos outros autores foram semelhantes às nossas.

Material estudado: BRASIL. SÃO PAULO: Freguesia do Ó, 15-IV-1906, *A. Usteri s.n.* (SP14814); Casa verde, 28-III-1934, *M. Kuhlmann s.n.* (SP31617).

## 2. *Utricularia gibba* L. (heterotípicos *U. exoleta* R.Br. e *U. obtusa* Sw.)

Figura 1 e-h

Forma: suboblata, âmbito circular a subcircular.

Aberturas: 14 a 20-sincolporadas, *i.e.*, alguns pares de colpos podem se prolongar e se fundir sobre os apocolpos; endoaberturas endocinguladas, formando uma faixa estreita.

Exina: rugulado-perfurada.

Medidas ( $\mu\text{m}$ ): Abreu, L.C. *et al.* 368, SP169334: P =  $32,7 \pm 0,7$  (faixa de variação 25,0-46,3); E =  $38,8 \pm 0,3$  (faixa de variação 35,1-42,6); eixo equatorial em vista polar =  $41,3 \pm 0,9$ ; colpo larg ca. 1,9; endoabertura larg ca. 0,8; sexina ca. 1,2 e nexina ca. 0,5 (tabelas 1 e 2). Wanderley, M.G.L. 296 (SP168851): P =  $35,8 \pm 1,1$  (faixa de variação 25,0-52,0); E =  $44,0 \pm 0,8$  (faixa de variação 33,3-55,0); eixo equatorial em vista polar =  $53,0 \pm 0,7$ ; colpo larg ca. 1,4; endoabertura larg ca. 1,2; sexina ca. 1,0 e nexina ca. 0,4 (tabelas 1 e 2).

Observações: Os materiais da Reserva L.C. Abreu & A.A. Bordo 405, 04-IV-1986 (SP205341), L.C. Abreu 407, 14-IV-1986 (SP205589A) e B. Skvortzov, 15-IV-1967 (SP105671), listados em Anderson (2000), não apresentavam botões florais.

Ikuse (1956) e Thanikaimoni (1966) estudaram o pólen de *Utricularia gibba* subsp. *exoleta*, e Shivaramiah (1964) o de *U. exoleta* R.Br., que são sinônimos de *U. gibba* L. Para Ikuse (1956)

seu pólen era 12-13-colporado, enquanto em Shivaramiah (1964) era 3-porado. Não foram observados no presente estudo grãos de pólen com área polar livre (colporados), nem poros. Já Thanikaimoni (1966) indicou a presença de 11-12-cólporos, sinorados (termo em desuso que significa endoaberturas anastomosadas nos polos, conforme Barth & Melhem 1988), apresentando forma de fusão no contorno equatorial. Ao contrário desse autor, nossos dados mostraram a presença de um número maior de cólporos.

Huynh (1968) citou que o pólen de *Utricularia gibba* (descrita como *U. obtusa* Sw.) foi muito variável quanto a área polar, podendo se enquadrar tanto no grupo IV, com área polar livre, quanto no V, com sincolpismo. Conforme os resultados dos dois espécimes analisados em nosso estudo, o pólen dessa espécie foi sempre sincolpado e subisopolar, ou seja, os polos não eram exatamente iguais devido a fusão de alguns colpos, e somente poderiam ser classificados no grupo V de Huynh (1968), não tendo sido vistos grãos de pólen com área polar totalmente livre.

Sohma (1975) descreveu o pólen de *Utricularia gibba* ssp. *exoleta* e *U. gibba* ssp. *gibba* (ambos sinônimos de *U. gibba*) com mais de 16-cólporos, estefanocolporados, que conforme dito anteriormente, é um termo em desuso que corresponde a zono, *i.e.*, as aberturas estão localizadas no equador.

As descrições da forma do pólen apresentaram variações entre os diferentes autores, sendo caracterizada como subprolata em Melhem & Abreu (1981), e oblato-esferoidal em Bhowmik & Datta (2013) e Cruz *et al.* (2018), todas classificadas na categoria de subesferoidal, conforme Erdtman (1952), sendo semelhantes as nossas observações. Roubik & Moreno (1991) apresentaram resultados de maior amplitude na forma do grão de pólen, de suboblata e oblato-esferoidal. Essas diferenças nas medidas de P e E podem ser consequência da tendência do pólen ao amassamento, como dito anteriormente.

Em Ikuse (1956) (P = 30-32  $\mu\text{m}$ , E = 37-39  $\mu\text{m}$ ), Huynh (1968) (P = 35,0  $\mu\text{m}$  e E = 40,0  $\mu\text{m}$ ) e Roubik & Moreno (1991) (descrita como *Utricularia obtusa* Sw.) (P = 26-33  $\mu\text{m}$ , E = 28-38  $\mu\text{m}$ ), os valores dos eixos polar (P) e equatorial (E) ficaram dentro da faixa de variação encontrada aqui (P = 25,0-52,0  $\mu\text{m}$ , E = 35,1-55,0  $\mu\text{m}$ ), enquanto em Melhem & Abreu (1981) (descrita como *U. obtusa* Sw.) (P = 37,0  $\mu\text{m}$ , E = 28,8  $\mu\text{m}$ ), Bhowmik & Datta (2013) (P = 27,28-35,20  $\mu\text{m}$ , E = 30,08-39,60  $\mu\text{m}$ ) e Cruz *et al.* (2018) (P = 27,5-37,5  $\mu\text{m}$ , E = 30,0-45,0  $\mu\text{m}$ ), os valores foram menores ou

maiores. Thanikaimoni (1966) indicou a presença de dois tipos de pólen ao analisar dois espécimes da Índia, um com medidas de eixo mais curtas (denominada pelo autor como breviaxe) que as do outro (longiaxe), respectivamente com P = 40,0-45,0  $\mu\text{m}$  e E = 30,0-33,0  $\mu\text{m}$ , e P = 28,0  $\mu\text{m}$  e E = 45,0  $\mu\text{m}$ . Com exceção do eixo equatorial de um dos espécimes estudados pelo autor citado, seus resultados ficaram dentro da faixa de variação de tamanho obtida aqui.

Para Roubik & Moreno (1991) o pólen da espécie era zonorado (termo em desuso para endoabertura endocingulada), 14-colporado, com colpos fusionados (sincolpados), similar as nossas observações. Em Lobreau-Callen *et al.* (1999) os grãos de pólen da seção *Utricularia*, da qual *Utricularia gibba* faz parte, foram descritos com 10-cólporos, cujos colpos teriam extremidades livres (não sincolpados), o que não foi visto em nosso estudo, e seriam endocingulados, como descrito por nós. Em Bhowmik & Datta (2013) os grãos de pólen foram descritos como espiraperturados (significando aberturas espiraladas, segundo Barth & Melhem 1988), o que parece incorreto pelas imagens em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) apresentadas.

Conforme também visto para o pólen de *Utricularia foliosa*, Cruz *et al.* (2018) apresentaram dados ambíguos para *U. gibba*. Na chave apareceu somente com 5 aberturas, enquanto na tabela o descreveram com 13-14(15). Os colpos são descritos ora como longos e estreitos (comprimento 28,40  $\mu\text{m}$  e largura 2,30  $\mu\text{m}$ ), ora como anastomosados nos polos. A endoabertura foi descrita como endocingulada, e também como lalongada (comprimento 6,20  $\mu\text{m}$  e largura 6,99  $\mu\text{m}$ ).

A exina rugulado-perfurada vista nos nossos materiais não foi descrita por nenhum dos autores consultados. Para Ikuse (1956) foi considerada como finamente reticulada; em Thanikaimoni (1966) foi apontada como escabrada; Sohma (1975) descreveu a ornamentação de *Utricularia gibba* ssp. *gibba* como psilada na área polar e para *U. gibba* ssp. *exoleta* verrucada a rugulada na área polar e psilada no mesocolpo; para Melhem & Abreu (1981) foi finamente reticulada; em Roubik & Moreno (1991) foi descrita como psilada; em Lobreau-Callen *et al.* (1999) psilado-perfurada (somente coincidindo com nossos dados o fato da membrana do colpo ter sido descrita como psilada); para Bhowmik & Datta (2013) foi levemente gemada, e para Cruz *et al.* (2018) foi psilado-perfurada. A espessura da exina 1,74  $\mu\text{m}$  apresentada em Cruz *et al.* (2018) foi similar a um dos nossos espécimes.

Material estudado: BRASIL. SÃO PAULO: Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, Lago das Ninféias, 2-II-1981, *L.C. Abreu et al.* 368 (SP169334); Jardim Botânico, 11-III-1981, *M.G.L. Wanderley* 296 (SP168851).

### 3. *Utricularia subulata* L.

Figura 1 i-l

Forma: subprolata, âmbito subcircular.

Aberturas: (9-)10(-11)-colporados, com área polar pequena, *i.e.* colpos longos e livres, endoaberturas endocinguladas formando uma faixa larga.

Exina: psilado-perfurada.

Medidas ( $\mu\text{m}$ ):  $P = 23,0 \pm 0,3$  (faixa de variação 18,5-25,0);  $E = 19,6 \pm 0,4$  (faixa de variação 14,1-24,1); eixo equatorial em vista polar =  $22,4 \pm 0,3$ ; colpo larg ca. 1,3; colpo compr. ca. 15,7; endoabertura larg ca. 4,5; sexina ca. 1,0 e nexina ca. 0,4 (tabelas 1 e 2).

Observações: Conforme nossos resultados, o pólen dessa espécie é isopolar e pode ser classificado no grupo IV de Huynh (1968), que caracterizou seus grãos de pólen com  $23,0 \mu\text{m} \times 20,0 \mu\text{m}$  de tamanho, similar aos nossos, cuja largura da endoabertura ( $4 \mu\text{m}$ ) foi também semelhante ao encontrado aqui. O número de 7 a 9 aberturas foi menor do que no nosso material.

O pólen de *Utricularia subulata* foi também estudado por outros autores, sendo descritos com maior tamanho em Ybert (1979) (média do  $E = 30 \mu\text{m}$ ) e Ybert *et al.* (2017) (média do  $E = 27 \mu\text{m}$ , com faixa de variação de  $23,5\text{-}30,4 \mu\text{m}$  para o eixo equatorial), medidas essas maiores do que as da faixa de variação vista aqui. O tamanho observado foi similar ao encontrado em Carreira & Barth (2003) e Cruz *et al.* (2018), enquanto em Lobreau-Callen *et al.* (1999) não foram apresentadas medidas, impossibilitando comparações.

A forma dos grãos de pólen do nosso material não coincidiu com as descritas pelos autores anteriormente citados, que apresentaram forma prolato-esferoidal (Carreira & Barth 2003), peroblata (Ybert *et al.* 2017) e oblato-esferoidal (Cruz *et al.* 2018), indicando ampla variação nos grãos de pólen dessa espécie quanto a essa característica, ou o amassamento natural que apresentam influenciou na tomada das medidas.

Quanto ao número e tipo de aberturas, estas também variaram entre os autores, de 6 a 10 cólporos livres (sem serem anastomosados nos polos), com exceção de Ybert *et al.* (2017) que indicaram que os 9 a 10 cólporos observados por eles seriam

parassincolpados, o que não foi visto aqui. Ainda, Lobreau-Callen *et al.* (1999) apontaram que alguns cólporos poderiam ser mais curtos que o restante, ou mesmo fundidos entre si em um dos polos, não condizendo com as nossas observações.

Ybert (1979) não apontou a presença de endoaberturas, descrevendo o pólen da espécie como estefanocolpado, termo em desuso, sinônimo de zonocolpado (Punt *et al.* 2007). Além disso, nem sempre as endoaberturas do tipo endocinguladas foram citadas pelos autores consultados, *i.e.*, apesar de Carreira & Barth (2003) terem apontado a presença de endoaberturas pelo sistema NPC = 745, não houve menção de qual tipo seria. Às vezes, mesmo quando descritas como endocinguladas, foram apontadas erroneamente como também lalongadas, como se fossem sinônimos (Ybert *et al.* 2017). De acordo com Punt *et al.* (2007), “lalongado” descreve a forma de uma endoabertura transversalmente alongada, mas com limites definidos na ausência da nexina, não correspondendo a uma endoabertura em forma de cinturão contínuo situado no plano equatorial (endocíngulo) ao redor de um grão de pólen.

Quanto a ornamentação da sexina, as descrições variaram de escabrada (Ybert 1979), microperfurada (Lobreau-Callen *et al.* 1999), psilada (Carreira & Barth 2003), microreticulada na área polar (Ybert *et al.* 2017) e psilado-perfurada (Cruz *et al.* 2018), sendo essa última a que se enquadrou nas nossas observações.

Poucos autores mediram as espessuras de sexina e nexina, sendo que nossos resultados foram divergentes dos apresentados em Carreira & Barth (2003), que mostraram nexina mais espessa que a sexina (sex =  $0,7 \mu\text{m}$ ; nex =  $0,9 \mu\text{m}$ ), e os de Cruz *et al.* (2018), que observaram maior espessura na exina total (exina =  $1,56 \mu\text{m}$ ) do que a observada aqui (exina =  $1,4 \mu\text{m}$ ).

Material estudado: BRASIL. SÃO PAULO: Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, 23-IV-1974, *L.C. Abreu* 110 (SP141211).

Atualmente a família Lentibulariaceae está incluída na ordem Lamiales pertencente ao clado das asterídeas. Os estudos recentes sobre sua filogenia forneceram um forte suporte para a monofilia, sendo *Utricularia* grupo-irmão de *Genlisea*, e constituindo um grupo monofilético juntamente com *Pinguicula* (Jobson & Albert 2002, Müller *et al.* 2000, 2006, Müller & Borsch 2005, APG IV 2016). As variações morfológicas dos grãos de pólen de *Utricularia* observadas em nosso estudo foram úteis para a diferenciação das espécies do PEFI. A semelhança entre o pólen de *U. foliosa* e *U. gibba*, ambas plantas

aquáticas ou semiaquáticas, reforça sua classificação conjunta na seção Utricularia. Em contraste, *U. subulata*, uma planta terrestre ou semiaquática, exibiu diferenças palinológicas significativas, conforme a chave polínica abaixo, apoiando seu posicionamento distinto na seção Setiscapella.

#### Chave de identificação polínica para as espécies de *Utricularia*

1. Grãos de pólen pequenos (EPVE = 22,2 a 23,7  $\mu\text{m}$ ), colporados, com endoabertura endocingulada larga, com exina psilado-perfurada ..... *Utricularia subulata*
1. Grãos de pólen médios a grandes, sincolporados, com exina rugulado-perfurada
2. Grãos de pólen médios a grandes (EPVE = 46,4 a 56,4  $\mu\text{m}$ ), com endoabertura endocingulada larga ..... *Utricularia foliosa*
2. Grãos de pólen médios (EPVE = 31,0 a 38,2  $\mu\text{m}$ ), com endoabertura endocingulada estreita ..... *Utricularia gibba*

#### Agradecimentos

As autoras agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela Bolsa de Iniciação Científica - BCO concedida à Paola Fernanda Cardoso Bonifácio (processo nº 2023/10169-4) e à Bolsa de Treinamento Técnico - Nível 4 - BCO concedida a Natalia Sêneda Martarello (processo nº 2023/09303-8), vinculadas ao processo nº 2017/50341-0 - Programa Modernização Institutos Estaduais de Pesquisa. Cynthia Fernandes Pinto da Luz agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa PQ - 1D (processo nº 307607/2022-4). As autoras agradecem à Curadora do Herbário SP, Dra Maria Candida Henrique Mamede, por fornecer o material herborizado.

#### Conflitos de interesse

As autores declaram não haver conflitos de interesses.

#### Contribuição dos autores

**Cynthia Fernandes Pinto da Luz:** contribuição substancial em todas as etapas da pesquisa; contribuiu com a supervisão e orientação da pesquisa, incluindo a obtenção das bolsas de IC e TT-4 da FAPESP para

as outras autoras; contribuiu com a análise dos dados obtidos; contribuiu com o embasamento teórico; contribuiu com a confecção de figuras; redigiu o manuscrito.

**Paola Fernanda Cardoso Bonifácio:** contribuição no levantamento dos dados obtidos; contribuiu com a análise dos dados obtidos; contribuiu na revisão crítica do manuscrito, agregando conteúdo intelectual; realizou a coleta dos espécimes no herbário; realizou a preparação laboratorial do material.

**Natalia Sêneda Martarello:** contribuição substancial em todas as etapas da pesquisa; contribuiu com a supervisão da aluna de IC; contribuiu na revisão crítica do manuscrito, agregando conteúdo intelectual; realizou a coleta dos espécimes no herbário; realizou a preparação laboratorial do material.

#### Declaração de disponibilidade de dados

O conjunto de dados está contido no próprio manuscrito.

#### Literatura citada

- Adamec, L.** 2011. The smallest but fastest: Ecophysiological characteristics of traps of aquatic carnivorous *Utricularia*. *Plant Signaling & Behavior* 6: 640-646.
- Anderson, L.O.** 2000. Flora fanerogâmica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil) 152- Lentibulariaceae. *Hoehnea* 27: 231-233.
- Andrade, B.S.C., Forzza, R.C.** 2012. Lentibulariaceae no Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 30: 23-35.
- Arruda, P.N., Lima, A.S.C., Cruvinel, K.A.S., Scalize, P.S.** 2017. Gerenciamento dos resíduos em unidades de saúde em municípios do Estado de Goiás, Brasil. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais* 44: 58-71.
- APG - Angiosperm Phylogenetic Group.** 2016. An update of the Angiosperm Phylogenetic Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1-20.
- Barth, O.M., Melhem, T.S.** 1988. Glossário Ilustrado de Palinologia. Universidade Estadual de Campinas.
- Bhowmik, S., Datta, B.K.** 2013. Pollen Morphology of some Carnivorous plants from Tripura, India. *Int. J. Fundamental Applied Sci.* 2: 36-38.
- Carreira, L.M.M., Barth, O.M.** 2003. Atlas de pólen da vegetação de canga da Serra de Carajás (Pará, Brasil). Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.

- Carreira, L.M.M., Barth, O.M., Lucas, F.C.A., Gurgel, E.S.C., Santos, S.F.** 2009. Caracterização morfológica de macrófitas aquáticas da Flona de Caxiuanã - I. Dicotiledôneas, p. 331-346. *In*: Caxiuanã: desafios para a conservação de uma Floresta na Amazônia, Lisboa, P.L.B. (org.). Belém: Editora do Museu Paraense Emílio Goeldi.
- CNCFlora.** 2024. *Utricularia foliosa* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em [http://cncflora.jbrj.gov.br/porta/pt-br/profile/Utricularia foliosa](http://cncflora.jbrj.gov.br/porta/pt-br/profile/Utricularia_foliosa) (acesso em 30-VII-2024).
- Corrêa, M.A., Mamede, M.C.H.** 2002. Lentibulariaceae. p. 141-154. *In*: Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo - vol. 02, Wanderley, M.G.L., Shepherd, G.J., Giulietti, A.M., Melhem, T.S., Bittrich, V., Cíntia Kameyama, C. (eds). São Paulo: FAPESP/HUCITEC.
- CRIA (Centro de Referência e Informação Ambiental).** 2023. SpeciesLink - simple search. Disponível em <http://www.splink.org.br/index> (acesso em 27-X-2023).
- Cronquist, A.** 1968. The evolution and classification of flowering plants. Thomas Nelson, London.
- Cruz, D., Domínguez, Y., Valdés, C.M.P., Miranda, V.F.O., Gasparino, E.C.** 2018. Pollen morphology of selected species of Lentibulariaceae Rich. from Western Cuba based on light microscopy and its taxonomic implications. *Phytotaxa* 350: 187-200.
- Cruz-Barros, M.A.V. & Souza, L.N.** 2005. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). *Família: 10-Piperaceae*. *Hoehnea* 32: 77-85.
- Dolsan, H.** 2021. Biologia da Polinização de *Utricularia neottioides* A.St.-Hil. & Girard (Lentibulariaceae). Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- Durigan, G., Pilon, N.A.L., Assis, G.B., Souza, F.M., Baitello, J.B.** 2018. Plantas pequenas do cerrado: biodiversidade negligenciada. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.
- Erdtman, G.** 1943. An introduction to pollen analysis. *Chronica Botanica*, Waltham, Massachusetts, USA.
- Erdtman, G.** 1952. Pollen morphology and plant taxonomy - Angiosperms. Almqvist & Wiksell, Stockholm, Sweden.
- Erdtman, G.** 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54: 561-564.
- Erdtman, G.B., Berglund, B., Praglowski, J.** 1961. An introduction to a Scandinavian pollen flora. Almqvist & Wiksell, Uppsala.
- Fonseca, K., Horák-Terra, I., Silva A.C., Vidal-Torrado, P., Luz, C.F.P.** 2021. Catálogo polínico de um testemunho pleistocênico da turfeira Sempre-Vivas inserida no Bioma Savana Tropical, Brasil. *Hoehnea* 48: artigo e1262020.
- García, Y., Rangel, J.O., Fernández, D.** 2011. Flora palinológica de la vegetación acuática, de pantano y de la llanura aluvial de los humedales de los departamentos de Córdoba y Cesar (Caribe Colombiano). *Caldasia* 33: 573-618.
- Guedes, F.M.** 2017. Flora do Ceará, Brasil: *Utricularia* L. (Lentibulariaceae). Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza. Disponível em [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/48029/3/2016\\_tcc\\_fmguedes.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/48029/3/2016_tcc_fmguedes.pdf) (acesso em 27-III-2024).
- Guedes, F.M., Gonella, P.M., Domínguez, Y., Moreira, A.D.R., Silva, S.R., Díaz, Y.C.A., Fleischmann, A., Menezes, C.G., Rivadavia, F., Miranda, V.F.O.** 2024. *Utricularia* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB8570> (acesso em 27-III-2024).
- Guisande, C.** 2007. Bladderworts. *Funct Plant Sci Biotechnol* 1: 58-68.
- Halbritter, H., Ulrich, S., Grímsson, F., Weber, M., Zetter, R., Hesse, M., Buchner, R., Svojtka, M., Frosch-Radivo, A.** 2018. Illustrated pollen terminology. 2nd ed. Cham (Switzerland): Springer.
- Harms, S.** 1999. Prey selection in three species of the carnivorous aquatic plant *Utricularia* (bladderwort). *Archiv für Hydrobiologie* 146: 449-470.
- Harms, S., Johansson, F.** 2000. The influence of prey behaviour on prey selection in the carnivorous plant *Utricularia vulgaris*. *Hydrobiologia* 427: 113-120.
- Hesse, M., Halbritter, H., Zetter, R., Weber, M., Buchner, R., Frosch-Radivo, A., Ulrich, S.** 2009. Pollen terminology: an illustrated handbook. Wien (Austria): Springer-Verlag.
- Hobbhahn, N., Keuchmeister, H., Porembski, S.** 2006. Pollination biology of mass flowering terrestrial *Utricularia* species (Lentibulariaceae) in the Indian Western Ghats. *Plant Biology* 8: 791-804.
- Huynh, K.L.** 1968. Etude de morphologie du pollen genre *Utricularia* L. *Pollen et Spores* 10: 11-55.
- Ikuse, M.** 1956. Pollen grains of Japan. Tokyo: Hirokawa Publishing Co.
- Janarthanam, M.K., Henry, A.N.** 1992. Bladderworts of India. Coimbatore: The Seshan printers.
- Jobson, R.W., Albert, V.A.** 2002. Molecular rates parallel diversification contrast between carnivorous plant sister lineages. *Cladistics* 18: 127-136.
- Juniper, B.E., Robins, R.J., Joel, D.M.** 1989. The carnivorous plant. London & New York: Academic Press.
- Król, E., Plachno, B.J., Adamec, L., Stolarz, M., Dziubinska, H., Trebacz, K.** 2012. Quite a few reasons for calling carnivores “the most wonderful plants in the world”. *Annals of Botany* 109: 47-64.

- Lorente, F.L., Buso Junior, A.A., Oliveira, P.E., Pessenda, L.C.R.** 2017. Simaroubaceae. In Atlas palinológico: Laboratório <sup>14</sup>C - Cena/USP. 51. Piracicaba: FEALQ.
- Lobreau-Callen, D., Jérémie, J., Suarez-Cervera, M.** 1999. Morphologie et ultrastructure du pollen dans le genre *Utricularia* L. (Lentibulariaceae). Carnivorous Journal of Botany 77: 744-767.
- Lloyd, F.E.** 1942. The carnivorous plants. Waltham: Chronica Botanica.
- Luz, C.F.P., Barth, O.M., Silva, C.G.** 2010. Modern processes of palynomorph deposition at lakes of the northern region of the Rio de Janeiro State, Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências 82: 679-690.
- Luz, C.F.P., Barth, O.M., Martin, L., Silva, C.G., Turcq, B.J.** 2011. Palynological evidence of the replacement of the hygrophilous forest by field vegetation during the last 7,000 years B.P. in the northern coast of Rio de Janeiro, Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências 83: 939-951.
- Luz, C.F.P., Horák-Terra, I., Silva A.C., Mendonça Filho, C.V., Vidal-Torrado, P.** 2017. Pollen record of a tropical peatland (Pau-de-fruta) from the Serra do Espinhaço meridional, Diamantina, State of Minas Gerais - Angiosperms Eudicotyledons. Revista Brasileira de Paleontologia 20: 3-22.
- Luz, C.F.P., Bonifácio, P.F.C., Martarello, N.S.** 2024. Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Famílias: 12A-Cabombaceae e 12-Nymphaeaceae. Hoehnea 51: artigo e342024.
- Melhem, T.S., Abreu, L.C.** 1981. Grãos de pólen de Angiospermas aquáticas. Hoehnea 9: 23-40.
- Melhem, T.S., Giuletto, A.M., Forero, E., Barroso, G.M., Silvestre, M.S.F., Jung, S.L., Makino, H., Melo, M.M.R.F., Chiea, S.C., Wanderley, M.G.L., Kirizawa, M. & Muniz, C.** 1981. Planejamento para elaboração da Flora Fanerogâmica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Hoehnea 9: 63-74.
- Melhem, T.S., Makino, H., Silvestre, M.S.F., Cruz, M.A.V. & Jung-Mendaçolli, S.L.** 1984. Planejamento para elaboração da Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Hoehnea 11: 1-7.
- Melhem, T.S., Cruz, M.A.V. Corrêa, A.M.S., Makino-Watanabe, H., Silvestre-Capelato, M.S. & Esteves, V.L.G.** 2003. Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). Boletim do Instituto de Botânica 16: 1- 104.
- Müller, K., Borsch, T.** 2005. Phylogenetics of *Utricularia* (Lentibulariaceae) and molecular evolution of the trnK intron in a lineage with high substitutional rates. Plant Systematics and Evolution 250: 39-67.
- Müller, K., Borsch, T., Legendre, L., Porembsky, S., Barthlott, W.** 2000. A phylogeny of Lentibulariaceae based on sequences of matK and adjacent noncoding regions. American Journal of Botany 87: 145-146.
- Müller, K., Borsch, T., Legendre, L., Porembsky, S., Barthlott, W.** 2006. Recent progress in understanding the evolution of carnivorous Lentibulariaceae (Lamiales). Plant Biology 8: 748-757.
- Nakajima, J.N., Esteves, R.L., Gonçalves-Esteves, V., Magenta, M.A.G., Bianchini, R.S., Pruski, J.F. & Hind, D.J.N.** 2001. Flora Fanerogâmica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). 159-Asteraceae. Hoehnea 28: 111-181.
- Philbrick, C.T., Les, D.H.** 1996. Evolution of aquatic angiosperm reproductive systems. Bioscience 46: 813-26.
- Poppinga, S., Weisskopf, C., Westermeier, A.S., Masselter, T., Speck, T.** 2016. Fastest predators in the plant kingdom: functional morphology and biomechanics of suction traps found in the largest genus of carnivorous plants. AoB Plants 8: 1-25 (plv140).
- Punt, W., Hoen, P.P., Blackmore, S., Nilsson, S., Le Thomas, A.** 2007. Glossary of pollen and spore terminology. Review of Paleobotany and Palynology 143: 1-81.
- Reifenrath, K., Theisen, I., Schnitzler, J., Porembski, S., Barthlott, W.** 2006. Trap architecture in carnivorous *Utricularia* (Lentibulariaceae). Flora 201: 597-605.
- Reis, A.L.M., Luz, C.F.P., Horák-Terra, I., Vidal-Torrado, P.** 2024. Subfossil pollen catalog from organic and inorganic sediments of a Holocene peatland on the southeastern Brazilian coast - Gymnosperms, Basal Angiosperms, Monocotyledons, and Eudicotyledons. Journal of South American Earth Sciences 144: 105020.
- Rodrigues, F.G.** 2022. Biologia reprodutiva em Lentibulariaceae Rich. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Botucatu.
- Roubik, D.W., Moreno, P.J.E.** 1991. Pollen and spores of Barro Colorado Island. St Louis: Missouri Botanical Garden.
- Rull, V.** 2003. An illustrated key for the identification of pollen from Pantepui and the Gran Sabana (eastern Venezuelan Guayana). Palynology 27: 99-133.
- Shivaramiah, G.** 1964. A contribution to the embryology of *Utricularia exoleta* R. Br. Current Science 33: 501-503.
- Sohma, K.** 1975. Pollen morphology of the Japanese species of *Utricularia* L. and *Pinguicula* L. with notes on fossil pollen of *Utricularia* from Japan (2). Journal of Japanese Botany 50: 193-208.
- Taylor, P.G.** 1980. Lentibulariaceae. In: Flora Ilustrada Catarinense (R. Reitz, ed.). Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues.

- Taylor, P.G.** 1989. The genus *Utricularia* - a taxonomic monograph. Kew Bulletin Additional series XIV.
- Thanikaimoni, G.** 1966. Pollen morphology of the genus *Utricularia*. Pollen et Spores 8: 265-284.
- Whitewoods, C.D., Gonçalves, B., Cheng, J., Cui, M., Kennaway, R., Lee, K., Bushell, C., YU, M., Piao, C., Coen, E.** 2020. Evolution of carnivorous traps from planar leaves through simple shifts in gene expression. Science 367: 91-96.
- Willard, D.A., Bernhardt, C.E., Weimer, L., Cooper, S.R., Gamez, D., Jensen, J.** 2004. Atlas of pollen and spores of the Florida Everglades. Palynology 28: 175-227.
- Ybert, J-P.** 1979. Atlas de pollens de Côte D'Ivoire. Paris: O.R.S.T.O.M.
- Ybert, J-P., Bove, C.P., Carvalho, M.A.** 2017. Esporos e grãos de pólen de plantas aquáticas da zona litoral do Sudeste do Brasil. Rio de Janeiro: Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

**Editor Associado:** Paula de Souza São Thiago Calaça

**Submissão:** 13/08/2024

**Aceite:** 11/07/2025

