

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CARLA ADRIANE ROYER

FILOGENIA, RIQUEZA, DIVERSIDADE E ENDEMISMO DE *PHYMATIDIUM*  
LINDLEY (ORCHIDACEAE) E MONOGRAFIA DO GÊNERO PARA O ESTADO  
DO PARANÁ

CURITIBA

2013

CARLA ADRIANE ROYER

FILOGENIA, RIQUEZA, DIVERSIDADE E ENDEMISMO DE *PHYMATIDIUM*  
LINDLEY (ORCHIDACEAE) E MONOGRAFIA DO GÊNERO PARA O ESTADO  
DO PARANÁ

Dissertação apresentada como requisito parcial  
à obtenção do título de Mestre em Botânica, no  
Curso de Pós-Graduação em Botânica, Área de  
Concentração em Taxonomia e Diversidade  
(Fanerógamas e Pteridófitas), Setor de  
Ciências Biológicas da Universidade Federal do  
Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Eric de Camargo Smidt

Co-orientador: Dr. Antonio Luiz Vieira Toscano  
de Brito

CURITIBA

2013



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Ciências Biológicas  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
BOTÂNICA



**“Filogenia, riqueza, diversidade e endemismo de  
*Phymatidium* Lindley (Orchidaceae) e monografia do  
gênero para o estado do Paraná”**

por

**CARLA ADRIANE ROYER**

Dissertação aprovada como requisito parcial  
para obtenção do grau de Mestre no Programa  
de Pós-Graduação em Botânica, pela Comissão  
formada pelos Professores



Prof. Dr. Eric de Camargo Smidt (UFPR)- PRESIDENTE



Prof. Dr. Cássio van den Berg (UEFS)



Prof. Dr. Gabriel Augusto Rodrigues de Melo (UFPR)

**Curitiba, 26 de março 2013.**

Dedico este trabalho aos  
meus pais Ivo e Norma  
pelo apoio fundamental.

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, por me iluminar e me guiar, dando força e sabedoria.

À minha família por todo apoio, amor, carinho, paciência e confiança.

Aos mestres que me inspiraram, orientaram e ensinaram:

Ao Prof. Dr. Eric de Camargo Smidt, meu orientador que aceitou minha “queda de paraquedas” nos estudos taxonômicos, filogenéticos e biogeográficos. Pela sugestão do trabalho, pela oportunidade concedida, por toda paciência e ensinamentos imensuráveis.

Ao meu co-orientador Antonio Luiz Vieira Toscano de Brito, por confiar no meu trabalho a distância, pelas visitas tão proveitosas, ensinamentos valiosos e orientações via email e skype.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Viviane da Silva Pereira pelas dicas, palavras de apoio, motivação e pela ajuda no capítulo 2.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sonia Marisa Hefler, por me ensinar a admirar a área da botânica. Agradeço pela amizade, inúmeras dicas, explicações e pela paciência em ensinar.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Paraná.

Ao REUNI e a CAPES pela bolsa de mestrado.

Às meninas do laboratório de filogenética, pela ajuda na extração das amostras, amplificação e envio para sequenciamento.

A todos os colegas do mestrado, pelos bons momentos vividos juntos, pelo apoio, incentivo e amizade.

À Marizete G. da Silva pela amizade, apoio e incentivo.

À Mônica Bolson por me inspirar, pela amizade, apoio e ajuda nestes últimos meses. Minha total admiração.

Ao Luiz Daniel de Barros, pela motivação, incentivo, apoio e paciência nas minhas ausências.

A todos enfim, que sempre me apoiaram e confiaram no meu esforço. Obrigado por tudo!

"A natureza tem perfeições para demonstrar que é a imagem de Deus e imperfeições para provar que só é uma imagem." (Blaise Pascal)

## RESUMO

Orchidaceae é uma das maiores famílias dentre as angiospermas, possui cerca de 25.000 espécies e apresenta distribuição cosmopolita, porém em maior número nas regiões tropicais e subtropicais. Em relação ao neotrópico, a Floresta Atlântica Brasileira é uma das áreas mais ricas em orquídeas. No Brasil o número de espécies é de cerca de 2.400 distribuídas em 240 gêneros. *Phymatidium* é um gênero monofilético pertencente a subfamília Epidendroideae, tribo Cymbidiae e subtribo Oncidiinae. É caracterizado por plantas epífitas, que crescem geralmente na borda das matas, frequentemente encontradas no tronco e ramos de Myrtaceae e Rutaceae. O gênero é endêmico da América do Sul, restrito ao bioma Mata Atlântica no Brasil, Argentina e Uruguai. Consiste de nove espécies e duas variedades, algumas com ampla distribuição e outras altamente restritas. Dividido em três capítulos este trabalho tem como objetivo investigar as relações filogenéticas intra-gênicas e o melhor método para representar sua filogenia (Capítulo 1), estabelecer padrões de riqueza, diversidade, complementaridade e áreas de endemismo do gênero (Cap. 2) e apresentar sua flora para o estado do Paraná (Cap. 3). A partir de consultas a materiais de herbários nacionais e estrangeiros e coletas, levantaram-se características morfológicas qualitativas e quantitativas além de dados de ocorrência. Como hipótese filogenética para o gênero, escolheu-se a análise combinada de dados moleculares e morfológicos qualitativos, apesar dos dados morfológicos quantitativos possuírem sinal filogenético e fornecerem algumas sinapomorfias adicionais. As regiões com maior riqueza e diversidade estão concentradas no litoral brasileiro, iniciando no sul do Espírito Santo e alcançando o sul do estado de Santa Catarina. Nesta faixa também se encontram as áreas consideradas prioritárias para a conservação *in situ* e de alto endemismo para o gênero. No estado do Paraná, foram encontradas cinco espécies e duas variedades, distribuídas por 35 municípios, ocorrendo principalmente na Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista.

Palavras-chave: Filogenia molecular, Filogenia morfológica, Mata Atlântica, Biodiversidade, Flora do Paraná.

## ABSTRACT

The Orchidaceae is one of the largest families of angiosperms, has about 25,000 species and a worldwide distribution, but in higher numbers in tropical and subtropical regions. Regarding the Neotropics, the Brazilian Atlantic Forest is one of the richest areas for orchids. In Brazil the number of species is about 2,400 distributed in 240 genera. *Phymatidium* is a monophyletic genus belonging to the subfamily Epidendroideae, tribe Cymbidiae and subtribe Oncidiinae. It's characterized by epiphytes plants, which grow usually in the edge of the forest, frequently found on the stem and branches of Myrtaceae and Rutaceae. *Phymatidium* is a genus of Orchidaceae, endemic from South America, restricted to the Atlantic Forest biome in Brazil, Argentina and Uruguay. It consists of nine species and two varieties, some with a wide distribution and others highly restricted. Divided into three chapters, this study aims to investigate the intra-generic phylogenetic relationships and the best method to represent their phylogeny (Chapter. 1), establish patterns of richness, diversity, complementarity and the genus` centers of endemism (Chap. 2), and present its flora to the state of Paraná (Chap. 3). Based on study of Brazilian and foreign herbaria materials and collections, morphological qualitative and quantitative characters were collected, in addition of geographical coordinates and locations. As a phylogenetic hypotheses for the genus, the combined analysis of molecular and morphological qualitative data was chosen, despite the fact that quantitative data has phylogenetic signal and provide some additional synapomorphies. The largest richness region are found on the coast of Paraná, São Paulo and Rio de Janeiro whereas the ones with more diversity are concentrated in a longer range on the Brazilian coast, starting in the south of Espírito Santo and reaching the south of state of Santa Catarina. In the Paraná state, were recognized five species and two varieties, distributed in 35 municipalities, mostly inhabiting the *Floresta Ombrófila Densa* and *Floresta Ombrófila Mista*.

Key-words: Molecular Phylogeny, Morphological Phylogeny, Atlantic Rain Forest, biodiversity, Flora of Paraná.



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	18
<b>CAPÍTULO I: FILOGENIA DE <i>PHYMATIDIUM</i> LINDLEY (ORCHIDACEAE: ONCIDIINAE) E TESTE DE DIFERENTES MÉTODOS MORFOLÓGICOS QUANTITATIVOS</b> .....	24
<b>Resumo</b> .....	26
<b>Introdução</b> .....	27
<b>Material e Métodos</b> .....	29
Coleta das amostras .....	29
Seleção dos caracteres morfológicos .....	30
Extração do DNA, amplificação e sequenciamento .....	31
Análises filogenéticas .....	32
<b>Resultados</b> .....	33
<b>Discussão</b> .....	34
Conclusão taxonômica .....	38
<b>Agradecimentos</b> .....	40
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	41
<b>APÊNDICES</b> .....	58
<b>CAPÍTULO II: RIQUEZA, DIVERSIDADE E ENDEMISMO DE <i>PHYMATIDIUM</i> LINDLEY (ORCHIDACEAE: ONCIDIINAE)</b> .....	71
<b>Resumo</b> .....	73
<b>Introdução</b> .....	74
<b>Material e Métodos</b> .....	76
Amostra de dados e distribuição geográfica .....	76
Análise de Riqueza e Diversidade .....	76
Análise de Complementaridade .....	77
Análise de Endemismo por Parcimônia (PAE) .....	77
Estado de conservação das espécies seguindo a categoria IUCN (2010) .....	78
<b>Resultados</b> .....	78
Distribuição geográfica .....	78
Análise de Riqueza e Diversidade .....	78
Análise de Complementaridade .....	79
Análise de Endemismo por Parcimônia (PAE) .....	80
Estado de conservação das espécies seguindo a categoria IUCN (2010) .....	80
<b>Discussão</b> .....	80
<b>Agradecimentos</b> .....	82
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	83
<b>APÊNDICES</b> .....	97

<b>CAPITULO III: O GÊNERO <i>PHYMATIDIUM</i> LINDLEY (ORCHIDACEAE: ONCIDIINAE) NO ESTADO DO PARANÁ .....</b>	<b>102</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>104</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>105</b>
<b>Material e Métodos .....</b>	<b>106</b>
<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>107</b>
<b>Agradecimentos .....</b>	<b>122</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>123</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>130</b>

## INTRODUÇÃO

### A Família Orchidaceae

Orchidaceae Juss. é uma das maiores famílias dentre as Fanerógamas e está distribuída em quase todo o mundo, com exceção das regiões polares e desérticas. Apresenta-se em maior abundância e diversidade nas regiões tropicais e subtropicais. No Neotrópico, a Floresta Atlântica brasileira a segunda área mais rica em orquídeas ficando apenas atrás da região andina. A família possui cerca de 25.000 espécies (DRESSLER, 1993). No Brasil esse número aproxima-se de 2.400 espécies (BARROS *et al.*, 2010).

Poucas famílias de plantas possuem uma diversidade vegetativa como as orquídeas. A estrutura da flor é bastante uniforme em número e disposição de peças, mas há uma grande diversidade de tamanho e detalhes estruturais (DRESSLER, 1993).

O posicionamento de Orchidaceae nos sistemas de classificação vem sofrendo modificações ao longo do tempo (DAHLGREN *et al.*, 1985; CRONQUIST, 1988; CHASE *et al.*, 1993; 1995) e atualmente a família apresenta-se como grupo irmão de todas as Asparagales (APG 1998; 2003; 2009). Independentemente da ordem na qual a família foi posicionada no passado, seu reconhecimento como um grupo natural sempre foi motivo de poucos questionamentos. Da mesma forma, com a sistemática filogenética sua monofilia é sustentada por numerosos estudos, tanto baseado em dados morfológicos quanto moleculares (DRESSLER, 1981; 1993; JUDD *et al.*, 1993;

CAMERON *et al.*, 1999; FREUDENSTEIN & RASMUSSEN, 1999; PRIDGEON *et al.*, 1999; FREUDENSTEIN *et al.*, 2000; 2004). São indicadas como sinapomorfias morfológicas para a família a presença de flores zigomorfas e ressupinadas; a pétala mediana modificada em labelo; os estames férteis 1 ou 2 (3 em algumas Apostasioideae), unidos em maior ou menor grau ao gineceu formando a coluna ou ginostêmio; as sementes sem fitomelanina e endosperma e o embrião reduzidos (DRESSLER, 1993; JUDD *et al.*, 1993).

Independentemente do consenso em relação à monofilia da família, a classificação infrafamiliar das Orchidaceae é bastante controversa, com propostas diferentes (DRESSLER, 1993; SZLACHETKO, 1995), sendo, atualmente mais adotado o sistema de PRIDGEON *et al.* (1999; 2001; 2003; 2005; 2009), com cinco subfamílias: Apostasioideae, Cyripedioideae, Vanilloideae, Orchidoideae e Epidendroideae.

Os primeiros caracteres utilizados para inferências filogenéticas, ou seja, para reconstrução de histórias evolutivas, foram os morfológicos. Os caracteres morfológicos foram extremamente úteis para o reconhecimento de grandes grupos, bem como para a descrição de famílias, gêneros e espécies, constituindo a base das primeiras classificações dos seres vivos. Com o advento da biologia molecular, inúmeras técnicas de acesso ao material genético foram desenvolvidas. Mais recentemente, o seqüenciamento de regiões específicas de DNA tem constituído uma nova alternativa de acesso à informação genética, permitindo comparações entre indivíduos representando diferentes níveis taxonômicos. Os caracteres moleculares são extremamente úteis para inferências filogenéticas, constituindo um conjunto quase ilimitado de dados sobre o material genético. Desde então, os caracteres moleculares

juntamente com os caracteres morfológicos, têm subsidiado os sistemas no aprimoramento das classificações dos seres vivos (SCHNADELBACH & van den BERG, 2006).

### **O gênero *Phymatidium***

O gênero *Phymatidium* Lindl. foi estabelecido por Lindley em 1833 baseado em *P. delicatulum* Lindl. e *P. falcifolium* Lindl. (TOSCANO DE BRITO, 2007). Previamente o gênero estava inserido na subtribo Ornithocephalinae Schlechter, que recentemente, junto com Teligoponinae Schlechter sofreram uma fusão com a subtribo Oncidiinae Benth. (PRIDGEON *et al.*, 2009), pertencendo assim, a subfamília Epidendroideae Kostel.

Esta subfamília possui aproximadamente 18.000 espécies em 650 gêneros com distribuição cosmopolita (PRIDGEON *et al.*, 1999; PRIDGEON *et al.*, 2005). É a maior das subfamílias de orquídeas, com muitos gêneros e espécies mais do que todas as outras subfamílias juntas. Caracterizam as orquídeas epidendroides: o epifitismo, pseudobulbos ou cormos, folhas distícas, caducas, carnudas e conduplicadas; inflorescência lateral, polínias duras e anteras caducas. A antera incumbente é a melhor característica da subfamília como um todo, que é claramente reconhecível em quase todas as orquídeas epidendroides (DRESSLER, 1993).

A subtribo Oncidiinae é a segunda maior subtribo do Neotrópico e subtropicais e uma das mais diversas em Orchidaceae (1600 espécies, 61 gêneros) (CHASE, 1988; NEUBIG *et al.*, 2012), com uma grande variedade na morfologia floral e vegetativa. Elas incluem a maior diversidade de sistema de

polinização e a maior variedade no número de cromossomos conhecidos para Orchidaceae (maior do que o resto da família das orquídeas combinada) (NEUBIG *et al*, 2012).

As espécies de *Phymatidium* foram primeiramente ilustradas pelo botânico brasileiro João Barbosa Rodrigues (1842 – 1909), diretor do Jardim botânico do Rio de Janeiro, na sua *Iconographie des Orchidées du Brésil* publicado postumamente por Springer *et al.* (1996).

Barbosa Rodrigues foi também o primeiro a contribuir significativamente para a taxonomia de *Phymatidium*. Em sua obra *Genera et Species Orchidacearum Novarum* (1882), ele descreveu os novos taxa ilustrados em seu iconográfico e reconheceu quatro espécies do gênero, nomeando *P. delicatulum* Lindl., *P. myrtophilum* Barb. Rodr., *P. hysternanthum* Barb. Rodr. e *P. tillandsioides* Barb. Rodr. Por razões desconhecidas ele omitiu *P. falcifolium* de Lindley de sua conta. Barbosa Rodrigues estendeu o conceito genérico de Lindley, acrescentando informações sobre a morfologia da coluna, especialmente as anteras e o polinário, ambos ausentes na descrição original. O polinário foi também relatado pela primeira vez ter quatro polínias (TOSCANO DE BRITO, 2007).

Cogniaux (1905) revisou o gênero *Phymatidium* em seu tratado de Orchidaceae para a Flora Brasiliensis de Martius e forneceu ilustrações de todas as espécies exceto *P. falcifolium*. Estas ilustrações foram feitas a partir de gravuras baseadas em desenhos originais de Barbosa Rodrigues (TOSCANO DE BRITO, 2007).

Pabst & Dungs (1977) forneceram uma lista com sinônimos e dados sobre a distribuição de dez espécies do gênero reconhecidas por eles. Mais

recentemente, Toscano de Brito (2001) realizou uma revisão sistemática de todos os 12 gêneros do grupo *Ornithocephalus* (subtribo *Oncidiinae*) em que descreve a morfologia de sementes, fitoquímica, anatomia, morfologia, polinização, taxonomia e nomenclatura deste gênero.

Segundo Toscano de Brito (2007; com. pess.), *Phymatidium* consiste de nove espécies e duas variedades restritas principalmente ao Sudeste do Brasil, *P. delicatulum* com registros na Argentina (Jonhson, 2001) e *P. falcifolium* no Uruguai (Herter, 1930). Caracterizam-se por crescerem como epífitas em árvores e arbustos nas florestas e são freqüentemente encontradas em áreas perturbadas e cultivadas.

### **Riqueza, diversidade e endemismo**

Talvez o desafio biológico mais importante hoje seja a conservação da biodiversidade. Com o aumento da população humana, faz assim a necessidade de recursos naturais e espaço para seu crescimento. Para a conservação da diversidade biológica, portanto, deve-se primeiramente entender a distribuição dos organismos, como e porque estes organismos estão distribuídos geograficamente como estão (SIGRIST & CARVALHO, 2008).

A região biogeográfica Neotropical compreende uma enorme diversidade taxonômica de habitats e uma complexa historia geológica. Esta região inclui quatro sub-regiões principais: Caribe, Amazônica, Chaco e Paraná (MORRONE, 2006), todas elas subdivididas em unidades menores (áreas de endemismo). A sub-região Paraná é de interesse particular porque inclui a

Floresta Atlântica Brasileira, que está crescentemente ameaçada devido a atividades antrópicas. (SIGRIST & CARVALHO, 2008).

A Mata Atlântica é uma das regiões biogeográficas mais bem definidas na América do Sul. De uma perspectiva continental, ela pode ser considerada uma ilha, porque está isolada de outros grandes blocos de florestas da América do Sul (Amazônia e Floresta Andina) por um corredor de formações abertas a semi-abertas, compreendendo a Caatinga, Cerrado e Chaco (AB'SABER, 1977). Devido a esse isolamento, a Mata Atlântica abriga uma biota única, com muitos gêneros e espécies endêmicas (MYERS *et al.*, 2000).

A Mata Atlântica, no entanto, não é homogênea. Vários fatores contribuem para a diversidade ambiental da região. Uma delas é a amplitude latitudinal, de cerca de 25 graus, incluindo assim diferentes regimes climáticos (NIMER, 1979). Outro fator relevante é a altitude, já que as florestas cobrem áreas do nível do mar até 1700 m de altitude (RIZZINI, 1997). Latitude e altitude juntas produzem condições para o desenvolvimento de diferentes tipos de vegetação (HUECK, 1972; RIZZINI, 1997). Isto, por sua vez, influencia na distribuição das espécies (BROWN & LOMOLINO, 1998).

Regiões com pelo menos dois taxa endêmicos são nomeadas áreas de endemismo (CRACRAFT, 1985; PLATNICK, 1991). Elas são importantes por duas razões. A primeira é que representam as menores unidades geográficas de análise em biogeografia histórica, formando a base para hipóteses postuladas sobre a história de unidades biogeográficas e seus biotas (CRACRAFT, 1985, 1994; MORRONE, 1994; MORRONE & CRISCI, 1995). O segundo é que áreas de endemismo são refúgios únicos para biotas e,



portanto, são considerados como alvos prioritários para ações de conservação (TERBORGH & WINTER, 1982; FJELDSÅ, 1993).

A riqueza em número de espécies é uma medida fundamental da diversidade regional e subtende os modelos ecológicos e as estratégias de conservação (MAGURRAN, 1988). Este valor (riqueza em número de espécies) mede o número de espécies de um grupo biológico dado, que podem ser observadas em uma dada região.

Os conceitos de endemismo e de riqueza em espécies são usualmente utilizados quando se quer avaliar a importância de uma região em termos de preservação de um bioma. Estes dois conceitos são complementares e foi sugerido que as áreas de forte endemismo e as áreas de grande riqueza de espécies não necessariamente coincidem (PRENDERGAST *et al.*, 1993). A identificação dos padrões de biodiversidade apresenta consequências importantes para a conservação das plantas, pois a conjunção do endemismo e da riqueza em espécies aumenta a eficiência das áreas de preservação, principalmente nas florestas tropicais (GENTRY, 1992). Este enfoque permitiu propor vários “hotspots” para a conservação da biodiversidade em geral (REID, 1998; MYERS *et al.*, 2000) ou escolher áreas privilegiadas para a conservação deste ou daquele grupo de organismos (KERR, 1997).

Assim, este trabalho tem por objetivo elucidar as relações filogenéticas entre as espécies do gênero *Phymatidium* através do método filogenético molecular e testando diferentes metodologias para filogenia morfológica; conhecer aspectos biogeográficos do gênero pela distribuição, análise de riqueza, diversidade, complementaridade e endemismo por parcimônia (PAE), além de inferir possíveis ameaças as quais as espécies estão sujeitas,

segundo os critérios adotados pela International Union for Conservation of Nature (2010); e por fim elaborar a monografia do gênero *Phymatidium* para o estado do Paraná, incluindo descrições, chave de identificação, ilustrações e comentários sobre as espécies.

Dessa forma, o trabalho está dividido em três capítulos:

I- Filogenia de *Phymatidium* (Orchidaceae: Oncidiinae) e teste de diferentes métodos morfológicos quantitativos.

II- Riqueza, diversidade e endemismo de *Phymatidium* Lindley (Orchidaceae: Oncidiinae).

III- O gênero *Phymatidium* Lindl (Orchidaceae: Oncidiinae) no Estado do Paraná.

## REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **Os domínios morfoclimáticos na América do Sul.** Geomorfologia, v.52, p.1–23. 1977.

APG. Angiosperm Phylogeny Group. An ordinal classification for the families of flowering plants. **Annals of Missouri Botanical Garden** v.85, p.531-553. 1998.

APG. Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the order and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society** v.141, p.399-436. 2003.

APG. Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the order and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** v.161 p.105-121. 2009.

BARROS, F., RODRIGUES, V. T., BATISTA, J. A. N. Orchidaceae. In: J. R. Stehmann, R. C. Forzza, A. Salino, M. Sobral, D. P. Costa & L. H. Y. Kamino. **Plantas da Floresta Atlântica.** Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p. 372-403. 2010.

BROWN, J. H., LOMOLINO, M. V. **Biogeography.** Sinauer Associates, Sunderland, Mass. 2ed. 1988.

CAMERON, K.M.; CHASE, M.W; WHITTEN, W.M.; KORES, P.J.; JARELL, D.C.; ALBERT, V.A.; YUKAWA, T.; HILLS, H.G. GOLDMAN, D.H. A phylogenetic analysis of the Orchidaceae: Evidence from rbcL nucleotide sequences. **American Journal of Botany**, v.86(2), p.208-224. 1999.

CHASE M. W. Obligate twig epiphytes: a distinct subset of Neotropical orchidaceous epiphytes. **Selbyana**, v.10. p.24–30. 1988.

CHASE, M. W., SOLTIS, D. E., OLMSTEAD, R. G., MORGAN, D., LES, D. H., MISHLER, B. D., DUVALL, M.R., PRICE, R. A., HILLS G. H., QIU, Y.-L., KRON, K. A., RETTIG, J. H., CONTI, E., PALMER, J. D., MANHART, J. R., SYTSMA, K. J., MICHAELS, H. J., JOHN KRESS W., KAROL, K. G., DENNIS CLARK, W., HEDREN, M., GAUT, B. S., JANSEN, R. K., KIM, K.-J., WIMPEE, C. F.,

SMITH, J. F., FURNIER, G. R., STRAUSS, S. H., XIANG, Q.-Y., PLUNKETT, G. M., SOLTIS, P. S., SWENSEN S. M., WILLIAMS, S. E., GADEK, P. A., QUINN C. J., EGUIARTE L. E., GOLENBERG, E., LEARN JR., G. H., GRAHAM, S. W., BARRETT, S. C. H., DAYANANDAN S., ALBERT, V. A. Phylogenetics of seed plants: an analysis of nucleotide sequences from the plastid gene *rbcL*. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.80 (3), p.528-580. 1993.

CHASE, M., DUVALL, M., HILLS, H., CONRAN, J., COX, A., EGUIARTE, L., HARTWELL, J., FAY, M., CADDICK, L., CAMERON, K., HOOT, S. Molecular phylogenetics of Liliales. In P. Rudall, P. Cribb, D. Cutler, and C. Humphries [eds.], *Monocotyledons: systematics and evolution*, 109–137. Royal Botanic Gardens, Kew. 1995.

CRACRAFT, J. Historical biogeography and patterns of differentiation within the South America avifauna: Areas of endemism. **Ornithological Monographs**, v.36. p.49–84. 1985.

CRACRAFT, J. Species diversity, biogeography, and the evolution of biotas. **American Zoologist**, v.34. p.33–47. 1994.

CRONQUIST, A. **The Evolution and Classification of Flowering Plants**, 2nd ed. The New York Botanical Garden, New York, 555p. 1988.

DRESSLER, R.L. **The Orchids, Natural History and Classification**. Harvard University Press, Cambridge. 1981.

DRESSLER, R. L. **Phylogeny and classification of the orchid family**. Dioscorides Press, Portland. 1993.

DAHLGREN, R.M.T.; CLIFFORF, H.T., YEO, P.F. **The Families of the Monocotyledons**. Springer, Berlin. 1985.

FREUDENSTEIN, J.V., RASMUSSEN, F.N. What does morphology tell us about orchid relationships?— a cladistic analysis. **American Journal of Botany**, v. 86 p.225-248. 1999.

FREUDENSTEIN, J.V., SENYO, D.M., CHASE, M.W. **Mitochondrial DNA and relationships in the Orchidaceae**. In: Wilson, K.L. & Morrison, D.A. *Monocots II*. CSIRO, Melbourne, p.421-429. 2000.

FREUDENSTEIN, J.V., van den BERG, C.; GOLDMAN, D.H.; KORES, P.J.; MOLVRAY, M., CHASE, M.W. An expanded plastid DNA phylogeny of Orchidaceae and analysis of jackknife branch support strategy. **American Journal of Botany**, v. 91(1) p.149-157. 2004.

FJELDSÅ, J. The avifauna of the Polylepis wood lands of the Andean highlands: the efficiency of basing conservation priorities on patterns of endemism. **Bird Conservation International**, v.3. p.37–55. 1993.

GENTRY, A. H. Tropical Forest Biodiversity: Distributional patterns and their conservational significance. **Oikos**, v. 63, p.19-28. 1992.

Herter, W. **Flora Uruguayensis Plantae Vasculares**. Montevideo. 1930

HUECK, K. **As florestas da América do sul**. Ed. Polígono, São Paulo. 1972.

Jonhson, A. E. **Las Orquídeas del Parque Nacional Iguazú**. L.O.L.A. Buenos Aires. 2001.

JUDD, W.S.; STERN, W.L., CHEADLE, V.I. Phylogenetic position of *Apostasia* and *Neuwiedia* (Orchidaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.113 p.87-94. 1993.

KERR, J. T. Species richness, endemism, and the choice of areas for conservation. **Conservation Biology**, v.11. p.1094-1100. 1997.

MAGURRAN, A. E.. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton University Press, Princeton. 1988.

MORRONE, J. J. On the identification of areas of endemism. **Systematic Biology**, v.43. p.438 – 441. 1994.

MORRONE, J. J., CRISCI, J. V. Historical biogeography: introduction to methods. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 26. p.373 – 401. 1995.

MORRONE, J. J. Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean islands based on panbiogeographic and cladistic analysis of the entomofauna. **Annual Review of Entomology**, v.51. p.467-494. 2006.

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

NEUBIG, K. M., WHITTEN, W. M., WILLIAMS, N. H., BLANCO, M. A., ENDARA, L., BURLEIGH, J. G., SILVEIRA, K., CUSHMAN, J. C., CHASE, M. W. Generic recircumscriptions of Oncidiinae (Orchidaceae: Cymbidieae) based on maximum likelihood analysis of combined DNA datasets. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.168. p.117-146. 2012.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. IBGE, Rio de Janeiro. 1979.

PABST, G. F. J., DUNGS, F. **Orchidaceae Brasilienses**, Vol. 2. Brucke-Verlag Kurt Schmiersow, Hildesheim. 1977.

PLATNICK, N. I. On areas of endemism. **Australian Systematic Botany**, v.4. p.1–11. 1991.

PRENDERGAST, J. R., QUINN, R. M., LAWTON, J. H., EVERSHAM, B. C., GIBBONS, D. W. Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. **Nature**, v.365. p.335-337. 1993.

PRIDGEON, A. M.; CRIBB, P. J.; CHASE, M. W.; RASMUSSEN, F. N. **Genera Orchidacearum**. Vol.1. Oxford University Press, Oxford. 1999.

PRIDGEON, A. M; CRIBB, P. J.; CHASE, M. W. RASMUSSEN, F. N. **Genera Orchidacearum** Vol. 2. Orchidoideae (Part One). Oxford University Press, Oxford. 2001.

PRIDGEON, A. M; CRIBB, P. J.; CHASE, M. W. RASMUSSEN, F. N. **Genera Orchidacearum** Vol. 3. Orchidoideae (Part Two), Vanilloideae. Oxford University Press, Oxford. 2003.

PRIDGEON, A. M.; CRIBB, P. J.; CHASE, M. W. RASMUSSEN, F. N. **Genera Orchidacearum**. Vol.4. Epidendroideae (Part One). Oxford University Press, Oxford. 2005.

PRIDGEON, A.M., CRIBB, P.J., CHASE, M.W. RASMUSSEN, F.N. **Genera Orchidacearum**. Vol.5. Epidendroideae (Part Two). New York University Press, New York. 2009.

REID, W. V. Biodiversity hotspots. **Trends in ecology and evolution**, v.13. p.275-280. 1998.

RIZZINI, C. T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil**. Ed. Âmbito Cultural, Rio de Janeiro. 1997.

SELBACH-SCHNADELBACH, A., van den BERG, C. **Molecular Systematics**. In: Queiroz, L. P., Rapini A. & Giulietti, A. M.. Towards greater knowledge of the Brazilian semi-arid biodiversity. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, v.1 p.113-115. 2006.

SIGRIST, M. S., CARVALHO, C. J. B. Detection of areas of endemism on two spatial scales using Parsimony Analysis of Endemicity (PAE): the Neotropical region and the Atlantic Forest. **Biota Neotropica**, v.8(4), p.033-042. 2008.

SPRUNGER, S., CRIBB, P. J., TOSCANO DE BRITO, A. L. V. (eds.) João Barbosa Rodrigues — **Iconographie des orchidées du Brésil**, Vol. 1, The Illustrations. Friedrich Reinhardt Verlag, Basle. 1996.

SZLACHETKO, D. L. **Systema Orchidaliium**. Fragmenta Floristica et Geobotanica. Supplement. v.3, p.1-152. 1995.

TERBORGH, J. WINTER, B. **Evolutionary circumstances of species with small ranges**. In: Biology diversification in the tropics (ed. by G.T. Prance), pp. 587– 600. Columbia University Press, New York. 1982.

TOSCANO DE BRITO, A. L. V. Systematic review of the *Ornithocephalus* group (Oncidiinae:Orchidaceae) with comments on *Hofmeisterella* . **Lindleyana**, v.16, p.157-217. 2001.

TOSCANO DE BRITO, A. L. V. A taxonomic revision of the genus *Phymatidium* (Orchidaceae: Oncidiinae). **Kew Bulletin**. v.62, p. 529-560. 2007.



**CAPITULO I: FILOGENIA DE *PHYMATIDIUM* LINDLEY (ORCHIDACEAE:  
ONCIDIINAE) E TESTE DE DIFERENTES MÉTODOS MORFOLÓGICOS  
QUANTITATIVOS**

ROYER, TOSCANO DE BRITO & SMIDT: Filogenia de *Phymatidium*

**Filogenia de *Phymatidium* Lindley (Orchidaceae: Oncidiinae) e teste de diferentes métodos morfológicos quantitativos**

**Carla Adriane Royer,<sup>1,4</sup> Antonio Luiz Vieira Toscano de Brito<sup>3</sup> & Eric de Camargo Smidt<sup>1</sup>**

1. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Centro Politécnico, Jardim da Américas, Curitiba - PR, 81531-980. Caixa Postal: 19031, Brasil

3. Marie Selby Botanical Gardens, 811 South Palm Avenue, Sarasota, FL 34236, Estados Unidos

4. Autor para correspondência: carladriane@gmail.com

**Resumo** – A fim de investigar as relações filogenéticas do gênero *Phymatidium* e estabelecer o melhor método para representar sua filogenia, foram testadas a utilização de dados moleculares do genoma nuclear e plastidial, dados morfológicos qualitativos e quantitativos através de três tipos de codificação utilizando a Maxima Parcimônia. Cada análise resultou em uma única árvore mais parcimoniosa (exceto nos dados morfológicos qualitativos e quando estes foram incluídos com os dados quantitativos codificados em até 14 estados de caráter). Contudo, os índices de consistência diferiram e os maiores foram observados na análise molecular e na análise qualitativa, e quando estas foram combinadas. Como uma proposta filogenética para o gênero, escolheu-se a análise combinada de dados moleculares mais morfológicos qualitativos, apesar dos dados quantitativos possuírem sinal filogenético e fornecerem algumas sinapomorfias adicionais. O gênero é monofilético sustentado principalmente pela filotaxia espiralada, folhas não articuladas e presença de tábula infraestigmática. *Phymatidium falcifolium* é a espécie irmã do gênero seguindo de *P. hysternanthum* e *P. microphyllum*. Sucessivamente dois clados são formados sustentados por caracteres moleculares e pétalas agudas: o primeiro clado é sustentado por caracteres moleculares, composto por *P. delicatulum* irmão de *P. delicatulum* var. *curvisepalum* e *P. aquinoi* irmão de *P. vogelli*. O segundo clado apresenta o restante das espécies sustentado por caracteres moleculares e flores semi-abertas.

**Palavras-chave** - Filogenia molecular, Filogenia morfológica, caracteres quantitativos, métodos de codificação.

A família Orchidaceae possui 20.000 a 25.000 espécies (Dressler 1981, 1993; Pridgeon et al. 1999) divididas em cinco subfamílias (Chase et al. 2003). Epidendroideae possui aproximadamente 18.000 espécies em 650 gêneros, com distribuição cosmopolita (Pridgeon et al. 2005). Dentre as Epidendroideae, encontra-se a subtribo Oncidiinae, um grupo com distribuição neotropical com 61 gêneros e cerca de 1600 espécies (Neubig et al. 2012).

Vários estudos filogenéticos concentrados em Oncidiinae foram realizados nos últimos anos, com destaque para Chase e Palmer (1989), Williams et al. (2001), Pridgeon et al. (2009) e Neubig et al. (2012). A partir de Williams et al. (2001) as antigas subtribos Ornithocephalinae e Teligoninae foram incorporadas em Oncidiinae, sendo a partir de então reconhecido informalmente como clado *Ornithocephallus*, onde foram amostrados seis gêneros do grupo. Em Neubig et al. (2012) o clado se manteve monofilético com a análise de seis gêneros incluídos: *Zygostates* Lindl., *Chytroglossa* Rchb.f., *Eloyella* P.Ortiz, *Hintonella* Ames, *Ornithocephalus* Hook. e *Phymatidium* Lindl. Este clado é caracterizado por possuírem flores pequenas, verdes a brancas ou amarelas que secretam óleo através de elaióforos labelar e são polinizadas por um gênero de abelhas (Toscano de Brito 2001; Neubig et al 2012). *Phymatidium* é apresentado como o gênero irmão, e *Ornithocephalus* o gênero mais interno no clado (Pridgeon et al. 2009; Neubig et al. 2012).

*Phymatidium* Lindl. foi estabelecido em 1833 baseado em *P. delicatulum* Lindl. e *P. falcifolium* Lindl. Tratam-se de plantas epífitas, que crescem geralmente na borda das matas. São ervas delicadas, monopodiais, desprovidas de pseudobulbos. As folhas são unifaciais ou bifaciais. A inflorescência é racemosa, pauciflora a multiflora. As flores são pequenas, ressupinadas ou não, brancas com a porção central verde. O labelo apresenta uma calosidade glandular na face adaxial. A coluna é pequena, sulcada,

geralmente auriculada no ápice, frequentemente provida de tábula infrastigmática na base (Toscano de Brito 2007).

Toscano de Brito (2001) realizou uma revisão sistemática de todos os 12 gêneros do grupo *Ornithocephallus* (subtribo Oncidiinae) e descreveu a morfologia de sementes, fitoquímica, anatomia, morfologia, polinização, taxonomia e nomenclatura de cada gênero. Segundo Toscano de Brito (2007, em prep.), *Phymatidium* consiste de nove espécies e duas variedades restritas principalmente ao Sudeste do Brasil com apenas *P. delicatulum* com registros para a Argentina (Jonhson 2001) e *P. falcifolium* para o Uruguai (Herter 1930).

Vários trabalhos têm utilizado uma abordagem filogenética com dados moleculares na família Orchidaceae (Cameron et al. 1999; Freudenstein e Chase 2001; Cameron e Chase 2000; Carnevali 2003; Cameron 2004; Freudenstein et al. 2004; van den Berg et al. 2000, 2005, 2009; Williams 2005, Monteiro et al. 2010; Smidt et al. 2011, Tsai et al. 2012). Por outro lado, estudos filogenéticos baseados em dados morfológicos ainda são mais escassos (Garcia-Cruz e Sosa 2005; Chiron 2007).

Historicamente, Dressler (1993) iniciou o uso de abordagens filogenéticas para família e serve como referência para a maioria dos grupos até o momento. Freudenstein e Rasmussen (1999) apresentaram o que pode ser considerado o primeiro grande estudo da família Orchidaceae com base em critérios explícitos de análise filogenética.

Atualmente, muitos conjuntos de caracteres são moleculares, mas o valor dos dados morfológicos para reconstruir as relações filogenéticas tem sido enfatizado (Scotland et al 2003; Wiens, 2004). Tradicionalmente, a maioria das abordagens filogenéticas que utilizam dados morfológicos é baseada apenas em caracteres qualitativos. Muitos filogeneticistas morfológicos excluem caracteres quantitativos, e em estudos onde tais caracteres são incluídos, geralmente não são apresentados uma

metodologia específica detalhando como estes caracteres foram selecionados, como os estados foram definidos, delimitados, codificados e ordenados (Poe e Wiens 2000; Wiens 2001).

Métodos de codificação tais como *gap-weighting* proposto por Thiele (1993) tem sido o mais usado pelos sistematas (Wiens 2001). Com o aprimoramento de software TNT por Goloboff et al. (2006), caracteres qualitativos não codificados puderam ser adicionados, o que gerou uma maior inclusão desse tipo de caráter nas análises com dados de diferentes espécies de animais (como em Gómez 2007; Donato e Siri 2010; Pereyra e Mound 2010), porém no caso de plantas o método ainda é pouco utilizado (com exceção de Lehtonen 2006 e Hornung-Leoni e Sosa 2008).

Estudos comparativos têm mostrado que padrões de mudanças morfológicas e moleculares são muitas vezes bastante independentes, respondendo a diferentes pressões evolutivas e seguindo regras diferentes (Moritz e Hillis 1996; Barrier et al. 2001). Assim, o uso de dados de várias fontes é fundamental para a interpretação dos eventos evolutivos que não são atingíveis, concentrando-se em apenas uma abordagem (Moritz e Hillis 1996).

Este trabalho tem como objetivo investigar as relações filogenéticas de *Phymatidium* baseado em caracteres moleculares e morfológicos, qualitativos e quantitativos, a influência de vários tipos de análises de dados morfológicos e suas implicações na sistemática do gênero.

## MATERIAIS E MÉTODOS

**Coleta das amostras-** Foram incluídas nove espécies de *Phymatidium* e suas duas variedades na filogenia morfológica (*P. glaziovii* é considerado sinônimo novo de *P. geiselii*, Toscano de Brito em prep.) e oito taxa na filogenia molecular (*Phymatidium*

*aquinoi*, *P. delicatulum*, *P. delicatulum* var. *curvisepalum*, *P. falcifolium*, *P. hysternanthum*, *P. mellobarretoii*, *P. microphyllum*, *P. microphyllum* var. *herteri*, *Phymatidium geiselii*, *P. limae* e *P. vogelii* foram excluídas da filogenia molecular por falta de acesso ao material fresco). Baseado na árvore filogenética do grupo *Ornithocephallus* (Pridgeon et al. 2009, Neubig et al. 2012) foram utilizados como grupo externo duas espécies do gênero *Zygostates* Lindl. (*Z. cornuta* Lindl., espécie tipo do gênero, e *Z. dasyrhiza* (Kraenzl.) Schltr.) e uma espécie do gênero *Ornithocephalus* (*O. myrticola* Lindl.) onde a árvore foi enraizada (Figura 1).

**Seleção dos caracteres morfológicos-** Análises morfológicas foram feitas a partir de obras príncipes, com exsicatas dos herbários BHCB, FUEL, FURB, HUCP, HUEFS, HUPG, ICN, MBM, MBML, SPF, UPCB (acrônimos segundo Holmgren et al. 1990), complementadas com dados de materiais coletados em campo e com a revisão proposta por Toscano de Brito (2001, 2007) (Apêndice 1). Utilizaram-se características encontradas nos órgãos vegetativos (rizoma, caule e folha) e reprodutivos (inflorescência, flores, sépalas, pétalas, labelo, coluna e polinário). A terminologia empregada na descrição dos caracteres e seus respectivos estados foram extraídos de Harris e Harris (1999), Stearn (2004) e Gonçalves e Lorenzi (2011).

Os caracteres levantados foram codificados quanto ao seu estado, de acordo com os quatro componentes proposto por Sereno (2007), com codificação contingente. Os componentes são: localizador (L1) (estrutura morfológica), variável (V) (aspecto que varia), qualidade da variável (q) (modificação da variável) e o estado do caráter (Vn) (condições exclusivas do caráter). A partir desses quatro componentes podem-se definir dois padrões fundamentais de caráter: neomórfico (presença e ausência de um caráter) e transformacional (qualidade do caráter) (Sereno 2007).

**Extração do DNA, amplificação e sequenciamento** - O DNA foi extraído de amostras foliares (Apêndice 2) através de uma versão modificada do protocolo 2x CTAB (brometo de trimetil-hexadecil amônio catiônico) (Doyle e Doyle 1987). O DNA genômico total foi usado na amplificação da região do genoma nuclear ITS e do fragmento do DNA plastidial *matK* através da reação em cadeia da polimerase (Polymerase Chain Reaction - PCR). A amplificação de todos os fragmentos foi realizada em um volume final de 25µl contendo 1X buffer, 2,5mM MgCl<sub>2</sub>, 0,2mM dNTPs, 0,5mM de cada primer, 10ng de BSA (albumina bovina sérica), 1,0 unidade de Taq DNA polymerase (Phoneutria Biotec.Ser. Ltda, Belo Horizonte, Brasil) e 1 µl de DNA genômico. No mix de amplificação da região ITS também foi acrescentado 20% de Betaína 5M e 0,5% de DMSO.

A região ITS (ITS1, gene 5.8S e ITS2) foi amplificada com o auxílio dos primers 92 (5' AAG GTT TCC GTA GGT GAA C 3') e 75 (5' TAT GCT TAA ACT CAG CGG G 3') descritos por Desfeaux et al. (1996) ou dos primers 17SE e 26SE (Sun et al. 1994). A amplificação foi realizada através da técnica de PCR com um ciclo de desnaturação inicial de 94°C por 1 min, seguido de 40 ciclos de 30 seg a 94°C, 40 seg a 49-55°C, 40 seg a 72°C, e um ciclo de extensão final de 72°C por 5 min.

O fragmento da região *matK* (cpDNA) foi amplificado com os primers *matK* 3F\_Kim f (5'CGT ACA GTA CTT TTG TGT TTA CGA G 3') e *matK* 1R\_Kim r (5'ACC CAG TCC ATC TGG AAA TCT TGG TTC 3') (Ki-Joong Kim, com. pess.). A amplificação foi realizada através da técnica de PCR com um ciclo de desnaturação inicial de 94°C por 1 min, seguido de 40 ciclos de 30 seg a 94°C, 40 seg a 51-55°C, 40 seg a 72°C, e um ciclo de extensão final de 72°C por 5 min.



Os primers utilizados na reação de sequenciamento foram os mesmos utilizados na reação de PCR. O sequenciamento foi realizado no sequenciador automático ABI3730XL através de serviço terceirizado (Macrogen Inc., Seul, Coréia do Sul).

As sequências obtidas foram superpostas e editadas através do software Staden Package (Staden et al. 2003). O alinhamento foi realizado inicialmente pelo programa Clustal W (Thompson et al. 1994) e corrigido manualmente no programa PAUP 4.0b10a (Swofford 2002). Os indels foram considerados dados faltantes.

*Análises filogenéticas* - A matriz foi construída com auxílio do programa NEXUS Data Editor (Page 2001). Foram levantados 72 caracteres qualitativos, sendo 11 vegetativos (10 binários e um multi-estado) e 61 reprodutivos (51 binários e 10 multi-estado), e 22 caracteres quantitativos. Todos os caracteres foram tratados como tendo peso igual e estados não ordenados (parcimônia de Fitch; Fitch, 1971).

A fim de testar a melhor codificação, foram feitas quatro análises baseadas nos dados morfológicos obtidos: 1- Matriz de dados somente com caracteres qualitativos (Apêndice 3 e 4); 2- Matriz de dados com caracteres qualitativos e quantitativos baseados na codificação proposta por Thiele (1993), assumindo até quatro estados de caráter (Apêndice 5 e 6) 3- Matriz de dados com caracteres qualitativos e quantitativos baseados na codificação proposta por Thiele (1993), assumindo até 14 estados de caráter (Apêndice 7 e 8) e 4- matriz de dados qualitativos e quantitativos não codificados segundo método apresentado por Goloboff et al. (2006) (Apêndice 9 e 10). Por fim cada análise foi combinada com a matriz molecular (ITS + matK) para verificar a melhor resolução filogenética para o gênero.

Nas análises de parcimônia, foi utilizado o programa TNT versão 1.1 (Goloboff et al. 2000) através do *script* “*aquickie*”. Neste *script* é gerada uma árvore de consenso estrito, após, busca heurística, com valores de suporte dos clados com 100 réplicas de

bootstrap (Felsenstein 1985) e índice de decaimento (Bremer 1988) limitado a dez passos. A justificativa do uso desta abordagem se dá pelo fato de se obter uma maior uniformidade nas diferentes análises. Os índices das árvores resultantes foram obtidos a partir do programa TNT versão 1.1 (Goloboff et al. 2000) através do *script* “stats” e pelo programa PAUP \*4.0b10 (Swofford 2002). Foi analisado também, através do teste de permutação randômica dos dados (Teste PTP) implementado no PAUP \*4.0b10 (Swofford 2002) utilizando 1000 permutações, o sinal filogenético contido em cada matriz. Neste teste são geradas árvores aleatórias e caso o comprimento da árvore mais parcimoniosa esteja dentro do intervalo de buscas aleatórias, isso é interpretado como não havendo sinal filogenético nos dados (Schneider 2007).

## RESULTADOS

Os resultados de cada análise são apresentados na tabela 1. Todas as matrizes submetidas ao teste PTP mostraram sinal filogenético, com valores de árvores mais parcimoniosas abaixo de valores aleatórios. Apenas uma árvore parcimoniosamente mais informativa foi encontrada na análise molecular, morfológica qualitativa mais quantitativa codificando segundo Thiele (1993) com até quatro estados (quali.+quant. cod.4) e morfológica qualitativa mais quantitativa não codificando os dados (segundo Goloboff et al. 2006, quali.+quant.n.cod.). Dentre todas as análises, a molecular (combinando ITS e *matK*) foi que a apresentou maior índice de consistência (IC). Nas análises morfológicas, apesar de reter três árvores mais parcimoniosamente informativas, a que levou em conta somente os caracteres qualitativos é que apresenta maior IC, isto se deve em parte ao fato de que esta análise apresentou menor número de caracteres e conseqüentemente menor número de caracteres homoplásticos (IH= 0,243). Quando comparamos as análises morfológicas incluindo caracteres quantitativos

observamos maior IC codificando-os segundo Thiele (1993) com até 14 estados (quali.+quant. cod.14), porém esta análise gerou 22 árvores, o consenso estrito apresentou baixa resolução e a maioria dos terminais formaram politomias. A quali.+quant. cod.4 apresentou maior IC e menor número de passos se comparado a quali.+quant.n.cod., porém esta última contém mais ramos internos suportados pela porcentagem bootstrap (PB) e índice de decaimento (ID) (Fig. 2).

Nas análises combinadas com dados moleculares e os morfológicos, a topologia das árvores foram iguais na maioria dos testes, diferindo na quantidade e valores dos ramos suportados por PB e ID e nos IC. A análise molecular com a quali.+quant. n.cod. foi a única que diferiu das demais árvores combinadas, contudo em todas as análises também houve aumento no número de ramos suportados por PB e ID e nos IC. A análise quali.+quant. cod.4 apresentou o menor número de ramos suportados por PB e ID. A análise qualitativa apresentou o maior IC seguida da quali.+quant. cod.14 (Fig. 3).

## DISCUSSÃO

Dentro da família Orchidaceae alguns trabalhos filogenéticos ao nível específico foram realizados usando diferentes métodos. Garcia-Cruz e Sosa 2005 usaram dados morfológicos qualitativos e quantitativos para propor a filogenia do gênero *Govenia*. Chiron (2007) usou somente dados qualitativos na filogenia de *Baptistonia*. Mais tarde, incluiu análises moleculares e evidencia de óleos florais (Chiron et al. 2009). Análises combinadas de dados qualitativos e moleculares são observadas também em Koehler (2002) na filogenia do complexo *Bifrenaria* e Ponsie et al. (2007) para o gênero *Bonatea*. Já a filogenia de *Coelogyne* (Gravendeel et al. 2001), *Galeandra* (Monteiro et

al. 2010), *Phalaenopsis* (Tsai et al. 2010) e *Bulbophyllum* (Smidt et al. 2011) foram propostas usando somente dados moleculares.

Para outros grupos de monocotiledôneas como em Bromeliaceae, caracteres morfológicos qualitativos foram usados por Almeida et al. (2009) para gênero *Quesnelia* e Monteiro (2009) em *Bromelia*. Sousa et al. (2007) para *Lymania* usou caracteres morfológicos qualitativos e dados de sequência molecular.

Garcia-Cruz e Sosa (2006) compararam cinco métodos de codificação para caracteres quantitativos: *Gap-Coding* de Mickevich e Johnson (1976), *Simple-Gap* de Almeida e Bisby (1984), *Gap-Weighting* de Thiele (1993), *Analysis of variance-multiple range test* de Sosa e De Luna (1998) e Guerrero et al. (2003) e Codificação Arbitrária proposto por Stevens (1991). O método proposto por Thiele (1993), também usado neste trabalho, foi o que apresentou melhor informação filogenética significativa para o complexo *Govenia*. *Gap-Weighting* (Thiele 1993) divide caracteres contínuos a priori de acordo com o número de estados de caráter desejado atribuindo pesos maiores às grandes diferenças entre os taxa e pesos menores para pequenas diferenças entre taxa. Tem sido salientado que o número de caracteres informativos geralmente aumenta a precisão (Graybeal 1998). Pesquisas anteriores também sugerem que um maior número de caracteres informativos está correlacionado com maior suporte de bootstrap (Bremer 1999). Esta suposta relação foi suportada pelos resultados encontrados por Garcia-Cruz e Sosa (2006): o método que utilizou o maior número de caracteres informativos também rendeu os clados mais fortemente apoiados por bootstrap. Nas análises morfológicas de *Phymatidium*, levando em conta dados quantitativos, este método foi o que apresentou melhor resolução se englobarmos todos os índices analisados, e a codificação com até 14 estados de caráter a melhor dentre o método, contudo, em relação à todas as análises realizadas, esta codificação foi a que apresentou o maior

número de árvores retidas gerando várias politomias na árvore de consenso. Porém a codificação com até quatro estados mostrou os melhores resultados para tais dados.

Trabalhando ainda somente com dados morfológicos, o método proposto por Goloboff et al (2006) apresentou o maior número de comprimento de árvore e o menor IC, mesmo assim, gerou uma árvore mais parcimoniosamente informativa com boa resolução e sem a presença de politomias. Apesar de poucos trabalhos usarem caracteres quantitativos não codificados, Hornung-Leoni e Sosa (2008) tiveram resultados positivos baseando os caracteres segundo o método de Goloboff et al. (2006). Os autores usaram 87 caracteres, sendo 81 qualitativos e seis quantitativos não codificados, analisaram as topologias das árvores e relatam que houve significativa diferença na topologia das árvores com maior suporte de Jackknife e Bremer quando os caracteres contínuos foram incluídos na análise, porém sem maiores mudanças nos índices de consistência (igual a 0,250) e índices de retenção. Nenhum destes caracteres quantitativos foi sinapomórfico. Resultado similar foi encontrado por Lehtonen (2006) quando incluiu tais caracteres nas análises. Hornung-Leoni e Sosa (2008) concluíram que os caracteres não codificados usados na análise contêm informação filogenética, e justifica que elas são homólogas. No caso de *Phymatidium* todas as análises morfológicas com dados quantitativos apresentaram caracteres sinapomórficos.

A maioria dos sistematas excluem caracteres quantitativos por causa da variação contínua (ou seja, a sobreposição extensiva em intervalos de valores de características entre espécies), dada a ideia de que tais dados não são adequados para a reconstrução filogenética (Pimentel e Riggins 1987). Mesmo quando estudos são publicados com esses dados não discutem como a variação foi codificada nem quais os critérios que foram utilizados para a seleção de caracteres (Poe e Wiens 2000). Variações intraespecíficas e sobreposição de valores e características podem conter informação

filogenética útil, se os caracteres são codificados quantitativamente (Thiele, 1993) ou qualitativamente (como caracteres polimórficos; Wiens 1995, 1998), como observado neste trabalho.

A melhor metodologia para a delimitação de espécies utilizando dados morfológicos permanece inteiramente por resolver, e esses métodos diferentes podem dar limites muito diferentes às espécies para os mesmos dados morfológicos (Wiens e Penkrot 2002).

Apesar de muitas vantagens inegáveis de dados moleculares, ainda é absolutamente necessário continuar a trabalhar com novos dados morfológicos para análise filogenética, e continuar a melhorar os métodos morfológicos (Wiens 2004).

Na literatura, a principal razão para continuar a recolher dados morfológicos é a de resolver as relações filogenéticas dos taxa fósseis e suas relações com taxa vivos (Maddison 1996; Hillis e Wiens 2000, 2004; Jenner 2004). Na Botânica soma-se ao fato de que o reconhecimento do táxon amostrado em filogenia molecular é sempre morfológico, além do número expressivo de espécies conhecidas somente pelo *typus* ou por lectótipos conhecidos apenas por ilustrações, ambos os materiais em que o acesso ao DNA é restrito ou mesmo impossível, restando somente a morfologia para a proposição de hipóteses filogenéticas. Este fato é observado também para *Phymatidium* onde, por exemplo, *P. vogelii* e *P. limae* são conhecidos apenas pelo *typus* e nunca mais foram recoletados, mesmo em expedições à localidade tipo.

Embora existam muitas áreas onde a filogenia morfológica pode ser melhorada, a melhor solução para esses problemas não é a de simplesmente descartar dados morfológicos para construir árvores. Em vez disso, muitos desses problemas podem ser resolvidos através de uma metodologia mais explícita, desenvolvimento e aplicação de

novos métodos e testes rigorosos destes métodos por meio de simulações e estudos de congruência (Wiens 2004), além do acúmulo de estudos empíricos.

### Conclusão taxonômica

A melhor hipótese filogenética a ser apresentada para o gênero é a árvore resultante da análise qualitativa combinada com a molecular (Fig. 4), pois engloba todas as espécies do gênero com a presença de dados morfológicos e apresenta o maior índice de consistência (IC) em relação às demais análises realizadas com dados morfológicos. A maioria dos clados é sustentada por sinapomorfias moleculares e morfológicas (exceto aqueles que apresentam espécies que não tiveram acesso ao seu DNA). O gênero apresenta-se monofilético com porcentagem bootstrap (PB) 95 e índice de decaimento (ID) 9, sustentado por oito sinapomorfias morfológicas: folhas com filotaxia espiralada (caráter 7), folhas não-articuladas (caráter 9), brácteas subuladas (caráter 16), pétalas lanceoladas (caráter 36), coluna com apêndices laterais prolongando lateralmente a tábula infraestigmática (caráter 54) antera com ápice emarginado (caráter 62) polínias com caudículo cuneado (caráter 63) e presença de tabula infraestigmática (caráter 70). *Phymatidium falcifolium* aparece como a espécie irmã das demais, sustentada por duas sinapomorfias morfológicas: labelo com ápice obtuso (caráter 48) e polínias com caudículo discoide (caráter 63). O clado formado a seguir com as demais espécies possui PB= 99 e ID= 6, e é sustentado por sete sinapomorfias morfológicas: folhas teretes (caráter 11), pedicelo papiloso (caráter 21), sépala dorsal lanceolada (caráter 24), sépala dorsal aguda (caráter 27), sépalas laterais lanceoladas (caráter 28), sépalas laterais agudas (caráter 33), labelo trilobado (caráter 44) e coluna auriculada (caráter 56), com *P. hysteroanthum* na base sustentado por raiz papilosa (caráter 2), seguido de *P. microphyllum* sustentado pela coluna com ápice auriculado semicircular

(caráter 58) e pelo estipe bifurcado (caráter 72). As demais espécies formam dois clados irmãos sustentado por pétalas com ápice agudo (caráter 40) e coluna com ápice auriculado de outras formas, exceto semicircular, (caráter 58): o primeiro é sustentado pelas flores semi-abertas (caráter 19) e é formado por *P. microphyllum* var. *herteri* como a espécie irmã das demais sustentado pela coluna com ápice auriculado quadrado (caráter 58); um novo clado é formado sustentado somente por sinapomorfias morfológicas: labelo rômbo ou panduriforme (caráter 45), apresenta *P. geiselii*, com duas homoplasias, como a espécie irmã e um clado mais interno com *P. mellobarretoii* e *P. limae* sustentado por somente uma sinapomorfia morfológica: rostelo trilobado (caráter 66). O segundo clado é composto por dois clados com *P. vogelli* como irmão de *P. aquinoi* sustentado somente por sinapomorfias morfológicas: labelo ovado-lanceolado (caráter 45), labelo com margens inteira (caráter 47) e tabula infraestigmática ligeiramente papilosa (caráter 71); e *P. delicatulum* irmão de *P. delicatulum* var. *curvisepalum*, este sustentado somente por sinapomorfias moleculares.

Assim como na análise combinada escolhida, o gênero aparece como monofilético em todas as análises realizadas e *P. falcifolium* como a espécie irmã das demais, sustentado também pelo comprimento da folha igual ou maior que 7 mm (caráter 2), comprimento do pedúnculo entre 4 e 4,5 mm (caráter 5), comprimento da bráctea entre 3,5 e 4 mm (caráter 6), comprimento do labelo entre 2,75 e 3 mm (caráter 16) e largura da tabula infraestigmática igual ou maior que 2 mm (caráter 20) na análise quali.+quant. cod.4; comprimento da coluna igual a 1,5 mm (caráter 18) na análise quali.+quant. cod.14, e altura da planta de 10 cm (caráter 1), comprimento da folha de 7 cm (caráter 2), comprimento do pedúnculo de 4 cm (caráter 5), comprimento da pétala de 3,2 mm (caráter 14), comprimento do labelo 3 mm (caráter 16), comprimento da coluna 1,5 mm (caráter 18), comprimento da antera de 1,25 mm (caráter 21),



comprimento do estipe de 1 mm (caráter 22) na análise quali.+quant. n.cod. *P. vogelli* aparece como irmão de *P. aquinoi* também na análise qualitativa, *P. delicatulum* irmão de *P. delicatulum* var. *curvisepalum* é formado na análise quali.+quant. cod.4 com mais quatro sinapomorfias: comprimento do pedúnculo entre 4,8 e 6 mm (caráter 5), comprimento das brácteas entre 3,5 e 4 mm (caráter 6), largura das brácteas entre 1 e 1,25 mm (caráter 7) e comprimento da antera entre 1 e 1,25 mm (caráter 21) e na análise quali.+quant. n.cod. sustentado por sete sinapomorfias: largura da folha de 1,5 mm (caráter 3), comprimento do pedúnculo de 5 cm (caráter 5), comprimento das brácteas de 4 mm (caráter 6), largura das brácteas de 1 mm (caráter 7), largura da pétala de 0,75 mm (caráter 15), comprimento da tabula infraestigmatica entre 0,75 e 0,5 mm (caráter 19) e comprimento da antera de 1,25 mm (caráter 21). *P. mellobarretoii* e *P. limae* é formado na análise qualitativa e quali.+quant. n.cod. por nove sinapomorfias quantitativas: altura da planta igual ou maior que 2,5 cm (caráter 1), comprimento da sépala dorsal de 4 mm (caráter 10), largura da sépala dorsal entre 0,75 e 0,85 mm (caráter 11), comprimento da sépala lateral igual ou maior a 4,5 mm (caráter 12), largura da sépala lateral de 0,75 mm (caráter 13), comprimento da pétala de 3,75 mm (caráter 14), largura da pétala entre 1,1 e 1,2 mm (caráter 15), comprimento do labelo igual ou maior que 4,75 mm (caráter 16), largura da labelo de 3,25 mm (caráter 17).

Em todas as análises realizadas *Phymatidium microphyllum* var. *herteri* aparece filogeneticamente distante na árvore de sua variedade tipo *P. microphyllum*. Sendo assim, podemos afirmar que a espécie *P. microphyllum* não apresenta esta variedade e que esta se trata de uma espécie, devendo ser retomada sua posição anteriormente adotada como *P. herteri* descrita por Schltr.

Agradecimentos - Os autores agradecem aos curadores dos herbários pelo empréstimo dos materiais. A CAPES-PNADB (17/2009 - Proposta botânica UFPR/IBT/Unicamp) pela bolsa de mestrado concedida, ao IAP (Nº 326/11) e ao ICMBio (SISBIO – 30642-1) pelas autorizações de coletas.

## REFERENCIAS

Almeida, M. T. and F. A. Bisby. 1984. A simple method for establishing taxonomic characters from measurement data. *Taxon* 33: 405–409.

Almeida, V. R., A. F. Costa, A. Mantovani, V. G. Esteves, R. C. O. Arruda, e R. C. Forzza 2009. Morphological Phylogenetics of *Quesnelia* (Bromeliaceae, Bromelioideae). *Systematic Botany* 34(4): 660-672.

Barrier M., R. H. Robichaux, M. D. Purugganan 2001. Accelerated regulatory gene evolution in an adaptive radiation. *Proceedings of the National Academic of Sciences U.S.A.* 98: 10208–10213.

Bremer, K. 1988. The limits of amino acid sequence data in angiosperm phylogenetic reconstructions. *Evolution* 42: 795–803.

Bremer, K., R. K. Jansen, B. Oxelman, M. Backland, H. Lantz, and K. J. Kim. 1999. More characters or more taxa for a robust phylogeny—case study from the coffee family (Rubiaceae). *Systematic Biology* 48: 413–435.

Cameron, K. M. 2004. Utility of plastid *psaB* gene sequences for investigating intrafamilial relationships within Orchidaceae. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 31: 1157–1180.

Cameron, K. M. and M. W. Chase 2000. Nuclear 18S rDNA sequences of Orchidaceae confirm the subfamilial status and circumscription of Vanilloideae. Pp. 457–464 in

*Monocots: Systematics and evolution* ed. K. L. Wilson and D. A. Morrison. Melbourne: CSIRO.

Cameron, K. M., M. W. Chase, W. M. Whitten, P. J. Kores, D. C. Jarrel, V. A. Albert, T. Yukawa, H. G. Hills and D. H. Goldman. 1999. A phylogenetic analysis of the Orchidaceae: evidence from *RBCL* nucleotide sequences. *American Journal of Botany* 86(2): 208-224.

Carnevali G., J. L. Tapia, N. H. Williams and W. M. Whitten. 2003. Sistemática, Filogenia Y Biogeografía de *Myrmecophyla* (Orchidaceae). *Lankesteriana* 7: 29-32.

Chase, M. W. and J. D. Palmer. 1989. Chloroplast DNA systematics of Lilioid Monocots: resources, feasibility, and an example from the Orchidaceae. *American Journal of Botany* 76(12): 1720- 1730.

Chase, M. W., K. M. Cameron, R. L. Barrett, and J. V. Freudenstein. 2003. DNA data and Orchidaceae systematics: a new phylogenetic classification. In *Orchid conservation*, ed. K. W. Dixon, S. P. Kell, R. L. Barrett, and P. J. Cribb. Borneo: Natural History Classification, Kota Kinabalu, Sabah.

Chiron, G. R. 2007. Phylogenetic analyses of the genus *Baptistonia* (Orchidaceae: Oncidiinae) sensu lato based on morphological characters. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*. 1(2): 913-931.

Chiron, G. R., Oliveira, R.P., Santos, T. M., Bellvert, F., Bertrand, C. e van den Berg, C. 2009. Phylogeny and evolution of *Baptistonia* (Orchidaceae, Oncidiinae) based on molecular analyses, morphology and floral oil evidences. *Plant Systematic Evolution*. 281: 35-49.

Desfeux, C., S. Maurice, J. P. Henry, B. Lejeune and P. H. Gouyon. 1996. The evolution of reproductive system in the genus *Silene*. *Proceeding of the Royal Society of London B*., 263: 409-414.

Donato, M. and A. Siri. 2010. A New Species of *Metriocnemus* van der Wulp (Diptera: Chironomidae) with a Tentative Phylogeny of the Genus. *Neotropical Entomology* 39 (1): 050-060.

Doyle, J. and J. Doyle. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small amounts of leaf tissue. *Phytochemical Bulletin* 19:810–815.

Dressler, R. L. 1981. *The orchids: natural history and classification*. Cambridge: Harvard University Press .

Dressler, R. L. 1993. *Phylogeny and classification of the orchid family*. Cambridge: Harvard University Press .

Felsenstein, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution* 39: 783–791.

Fitch, W. M. 1971. Towards defining the course of evolution: minimum change for a specific tree topology. *Systematic Zoology* 20: 406-416.

Freudenstein, J. V. and F. N. Rasmussen. 1999. What does morphology tell us about orchid relationships? A cladistic analysis. *American Journal of Botany* 86: 225-248.

Freudenstein, J. V. and M. W. Chase. 2001. Analysis of mitochondrial nad1b-cintron sequences in Orchidaceae: Utility of length-change characters. *Systematic of Botany* 26: 643–657.

Freudenstein, J. V., C. van den Berg, D. H. Goldman, P. J. Kores, M. Molvray and M. W. Chase. 2004. An expanded plastid DNA phylogenetic analysis of Orchidaceae and analysis of jackknife clade support strategy. *American Journal of Botany* 91: 149–157.

Gravendeel, B., M. W. Chase, E. F. de Vogel, M. C. Roos, T. H. M. Mes, and K. Bachmann. 2001. Molecular phylogeny of *Coelogyne* (Epidendroideae; Orchidaceae) based on plastid RFLPS, *matK*, and nuclear ribosomal ITS sequences: evidence for polyphyly. *American Journal of Botany* 88(10): 1915-1927.

Garcia-Cruz, J. and V. Sosa. 2005. Phylogenetic relationships and character evolution in *Govenia* (Orchidaceae). *Canadian Journal of Botany*. 83: 1329-1339.

Garcia-Cruz, J. and V. Sosa. 2006. Coding Quantitative Character Data for Phylogenetic Analysis: A Comparison of Five Methods. *Systematic Botany* 31(2): 302-309.

Goloboff, P., S. Farris, and K. Nixon. 2000. TNT (Tree analysis using New Technology) (BETA) version 1.1. Published by the authors, Tucumán, Argentina.

Goloboff, P. A., C. I. Mattoni, A. S. Quinteros. 2006. Continuous characters analyzed as such. *Cladistics* 22: 589-601.

Gómez, R. O. 2007. Morfología vertebral en serpientes: el aporte de los caracteres continuos en la construcción de filogenias. *Darwiniana* 45: 15-17.

Gonçalves, E.G. e H. Lorenzi. 2011. Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares. 2. Ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo.

Graybeal, A. 1998. Is it better to add taxa or characters to a difficult phylogenetic problem? *Systematic Biology* 48: 9-17.

Guerrero, J. A., E. De Luna, and C. Sanchez-Hernandez. 2003. Morphometrics in the quantification of character state identity for the assessment of primary homology: an analysis of character variation of the genus *Artibeus* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Biological Journal of the Linnean Society* 80: 45-55.

Harris, J. G. and M. W. Harris. 1999. Plant identification terminology: an illustrated glossary. Spring Lake Publishing, Utah. 198.

Herter, W. 1930. Flora Uruguayensis Plantae Vasculares. Montevideo.

Hillis, D. M., and J. J. Wiens. 2000. Molecules versus morphology in systematics: Conflicts, artifacts, and misconceptions. Pp. 1–19 in *Phylogenetic analysis of morphological data*, ed. J. J. Wiens. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Hornung-Leoni, C. T. and V. Sosa. 2008. Morphological phylogenetics of *Puya* subgenus *Puya* (Bromeliaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 156: 93-110.

Jenner, R. A. 2004. Accepting partnership by submission? Morphological phylogenetics in a molecular millennium. *Systematic Biology* 53: 333–342

Jonhson, A. E. 2001. Las Orquídeas del Parque Nacional Iguazú. L.O.L.A. Buenos Aires.

Koehler, S., N. H. Williams, W. M. Whitten, and M. C. E. Amaral. 2002. Phylogeny of the Bifrenaria (Orchidaceae) complex based on morphology and sequence data from nuclear rDNA internal transcribed spacers (ITS) and chloroplast trnL-trnF region . *International Journal of Plant Sciences* 163: 1055–1066.

Lehtonen, S. 2006. Phylogenetics of *Echinodorus* (Alismataceae) based on morphological data. *Botanical Journal of the Linnean Society* 150: 291-305.

Maddison, W. P. 1996. Molecular approaches and the growth of phylogenetic biology. Pp. 47–63 in *Molecular zoology: Advances, strategies, and protocols*, ed. J. D. Ferraris and S. R. Palumbi. Wiley-Liss, New York.

Mickevich, M. F. and M. F. Johnson. 1976. Congruence between morphological and allozyme data in evolutionary inference and character evolution. *Systematic Zoology* 25: 260–270.

Monteiro, R. F. 2009. Estudos anatômicos e filogenéticos em *Bromelia* L. (Bromeliaceae, Bromelioideae). *Dissertação (mestrado)* – Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro/Escola Nacional de Botânica Tropical.

Monteiro, S. H. N., A. S. Sechnadelbach, R. P. Oliveira, and C. van den Berg. 2010. Molecular Phylogenetics of *Galeandra* (Orchidaceae: Catasetinae) based on Plastid and Nuclear DNA Sequences. *Systematic Botany* 35(3): 476-486.

Moritz C. and D. M. Hillis. 1996. Molecular systematics: Context and controversies. P.p. 1–10 in *Molecular systematics*, 2 ed., ed. D. M. Hillis, C. Moritz and B. K. Mable. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

Neubig, K. M., W. M. Whitten, N. H. Williams, M. A. Blanco, L. Endara, J. G. Burleigh, K. Silvera, J. C. Cushman and M. W. Chase. 2012. Generic recircumscriptions of Oncidiinae (Orchidaceae: Cymbidieae) based on maximum likelihood analysis of combined DNA datasets. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 168: 117-146.

Page, R. D. M. 2001. Nexus Data Editor. Disponível em <<http://taxonomy.zoology.gla.ac.uk/rod/NDE.html>>. Acesso em 04/2011.

Pereyra, V. and L. Mound. 2010. Phylogenetic relationships within the genus *Desmothrips* (Thysanoptera, Aeolothripidae), an Australian genus of facultative flower-living predators. *Systematic Entomology* 35: 306-317.

Pleijel, F. 1995. On character coding for phylogeny reconstruction. *Cladistics* 11: 309–315

Pimentel, R., and R. Riggins. 1987. The nature of cladistic data. *Cladistics* 3: 201–209.

Poe, S., and J. J. Wiens. 2000. Character selection and the methodology of morphological phylogenetics. Pp. 20–36 in *Phylogenetic analysis of morphological data*, ed. J. J. Wiens. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

Ponsie, M. E., A. Mitchell, T. J. Edwards and S. D. Johnson. 2007. Phylogeny of *Bonatea* (Orchidaceae: Habenariinae) based on molecular and morphological data. *Plant Systematics and Evolution*. 263: 253-268.

Pridgeon, A. M., P. J. Cribb, M. W. Chase and F. N. Rasmussen. 1999. *Genera Orchidacearum*. Vol. 1. Oxford University Press, Oxford.

Pridgeon, A. M., P. J. Cribb, M. W. Chase and F. N. Rasmussen. 2005. *Genera Orchidacearum*. Vol. 4. Epidendroideae (Part 1). Oxford University Press, Oxford.

Pridgeon, A. M., P. J. Cribb, M. W. Chase and F. N. Rasmussen. 2009. *Genera Orchidacearum*. Vol 5. Epidendroideae (Part 2). New York, University Press.

Schneider, H. 2003. Métodos de análise filogenética. Um guia prático. Editora Holos.

Scotland, R. W., R. G. Olmstead, and J. R. Bennett. 2003. Phylogeny reconstruction: The role of morphology. *Systematic Biology* 52: 539–548.

Sereno, P. C. 2007. Logical basis for morphological characters in phylogenetics. *Cladistics* 23: 565-587.

Smidt, E. C., E. L. Borba, B. Gravendeel, G. A. Fischer and C. van den Berg. 2011. Molecular phylogeny of the Neotropical sections of *Bulbophyllum* (Orchidaceae) using nuclear and plastid spacers. *Taxon* 60(4): 1050-1064.



Sosa, V. and E. De Luna. 1998. Morphometric and character state recognition for cladistic analyses in the *Bletia reflexa* complex (Orchidaceae). *Plant Systematics and Evolution* 212: 185–213.

Sousa, L. O. F., T. Wendt, G. K. Brown, D. E. Tuthill and T. M. Evans. 2007. Monophyly and Phylogenetic Relationships in *Lymania* (Bromeliaceae: Bromelioideae) based on morphology and chloroplast DNA sequences. *Systematic Botany*. 32(2): 264-270.

Staden, R., D. P. Judge and J. K. Bonfield. 2003. Analysing Sequences Using the Staden Package and EMBOSS. In *Introduction to Bioinformatics. A Theoretical and Practical Approach*, eds. S. A. Krawetz and D. D. Womble. Human Press Inc., Totawa.

Stern, W. T. 2004. *Botanical Latin*. Timber press. Oregon. 546.

Stevens, P. F. 1991. Character states, morphological variation and phylogenetic analysis: a review. *Systematic Botany* 16: 553–583.

Sun, Y., D. Z. Skinner, G. H. Liang and S. H. Hulbert. 1994. Phylogenetic analysis of Sorghum and related taxa using internal transcribed spacer of nuclear ribosomal DNA. *Theoretical and Applied Genetics* 89: 26-32.

Swofford, D. L. 2002. PAUP: Phylogenetic analysis using parcimony and others methods, version 4.0b10. Sunderland: Sinauer Associates.

Thiele, K. 1993. The holy grail of the perfect character: the cladistic treatment of morphometric data. *Cladistics*. 9: 275-304.

Thompson J. D., D. G. Higgins and T. J. Gibson. 1994. CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research* 22(22): 4673-80.

Toscano de Brito, A. L. V. 2001. Systematic review of the *Ornithocephalus* group (Oncidiinae:Orchidaceae) with comments on *Hofmeisterella* . *Lindleyana* 16: 157-217.

Toscano de Brito, A. L. V. 2007. A taxonomic revision of the genus *Phymatidium* (Orchidaceae: Oncidiinae). *Kew Bulletin*. 62: 529-560.

Tsai C. C., Y. C. Chiang, S. C. Huang, C. H. Chen and C. H. Chou. 2010. Molecular phylogeny of *Phalaenopsis* Blume (Orchidaceae) on the basis of plastid and nuclear DNA. *Plant Systematic Evolution*. 288: 77-98.

van den Berg, C, W. E. Higgins, R. L. Dressler, W. M. Whitten, M. A. S. Arenas, A. Culham and M. W. Chase. 2000. A phylogenetic analysis of Laeliinae (Orchidaceae) based on sequence data from internal transcribed spacers (ITS) of nuclear ribosomal DNA. *Lindleyana* 15(2): 96-114.

van den Berg, C., D. H. Goldman, J. V. Freudenstein, A. M. Pridgeon, K. M. Cameron, and M. W. Chase. 2005. An overview of the phylogenetic relationships within Epidendroideae inferred from multiple DNA regions and recircumscription of Epidendreae and Arethuseae (Orchidaceae). *American Journal of Botany* 92: 613 – 624.

van den Berg, C., W. E. Higgins, R. L. Dressler, W. M. Whitten, M. A. S. Arenas, and M. W. Chase. 2009. A phylogenetic study of Laeliinae (Orchidaceae) based on combined nuclear and plastid DNA sequences. *Annals of Botany* 104: 417-430.

Wiens, J. J. 1995. Polymorphic characters in phylogenetic systematics. *Systematic Biology* 44: 482–500.

Wiens, J. J. 1998. Testing phylogenetic methods with tree-congruence: Phylogenetic analysis of polymorphic morphological characters in phrynosomatid lizards. *Systematic Biology* 47: 411–428.

Wiens, J. J. 2001. Character Analysis in Morphological Phylogenetics: Problems and Solutions. *Systematic Biology* 50(5): 689-699.

Wiens, J. J. 2004. The role of Morphological Data in Phylogeny Reconstruction. *Systematic Biology* 53(4): 653-661.

Wiens, J. J., and T. L. Penkrot. 2002. Delimiting species based on DNA and morphological variation and discordant species limits in spiny lizards (Sceloporus). *Systematic Biology* 51: 69–91.

Wilkinson, M. 1995. A comparison of two methods of character construction. *Cladistics* 11: 297–308.

Williams, N. H., M. W. Chase, T. Fulcher & W. M. Whitten. 2001. Molecular systematics of the Oncidiinae based on evidence from four DNA sequence regions: expanded circumscriptions of *Cyrtorchilum*, *Erycina*, *Otoglossum*, and *Trichocentrum* and a new genus (Orchidaceae). *Lindleyana* 16: 113-139.

Williams, N. H., W. M. Whitten and R. L. Dressler. 2005. Molecular systematics of *Telipogon* (Orchidaceae: Oncidiinae) and ITS allies: nuclear and plastid DNA sequence data. *Lankesteriana* 5: 163-184.

Tabela 1- Resultados das análises, em que IC= índice de consistência, IH= índice de homoplasia, IR= índice de retenção e CR= índice de consistência rescalonado.

	Nº de caracteres	Nº de caracteres constates	Nº de caracteres não-informativos	Nº de caracteres infomativos	Nº de árvores	Comprimento da árvore	IC	IH	IR	CR	Teste PTP
Molecular ITS+matK	741+806=1547	1195	149	203	1	540	0,839	0,164	0,810	0,683	601-903
Morfológica qualitativa	72	0	31	41	3	115	0,750	0,243	0,688	0,528	129-178
Qualitativa+ Thiele 4 estados	94	0	32	62	1	242	0,674	0,326	0,533	0,358	267-320
Qualitativa+ Thiele 14 estados	94	0	31	63	22	318	0,720	0,279	0,440	0,317	329-378
Qualitativa+ dados não codificados	94	-	-	-	1	333	0,602	-	0,512	-	-
Molecular+ Quali.	1619	1195	180	244	1	661	0,817	0,183	0,781	0,637	765-1080
Molecular+ quali.+quant. cod.4	1641	1195	181	265	1	790	0,780	0,220	0,723	0,563	899-1215

Molecular+ quali.+quant. cod.14	1641	1195	180	266	1	844	0,808	0,195	0,738	0,596	904- 1227
Molecular+ quali.+quant. n. cod.	1641	-	-	-	1	890	0,734	-	0,675	-	
Quantitativo Thiele 4 estados	22	-	-	-	20	116	0,500	-	0,000	-	125-147
Quantitativo Thiele 14 estados	22	-	-	-	6	171	0,742	-	0,252	-	180-204
Quantitativo Goloboff	22	-	-	-	1	198	0,572	-	0,527	-	-

---



Figura 1 – Espécies incluídas análise. Hábito e flor: A, B. *Ornithocephalus myrticola*. C, D. *Zygostates cornuta*. E, F. *Z. dasyrhiza*. G, H. *Phymatidium falcifolium*. J, K. *P. delicatulum*. Flor: I. *P. aquinoi*. L. *P. delicatulum* var. *curvisepalum*. M. *P. hysternanthum*. N. *P. mellobarretoi*. O. *P. microphyllum*. P. *P. microphyllum* var. *herteri*. (Fotos: L. F. Varella [E, F, I]; E. C. Smidt [A-P]).

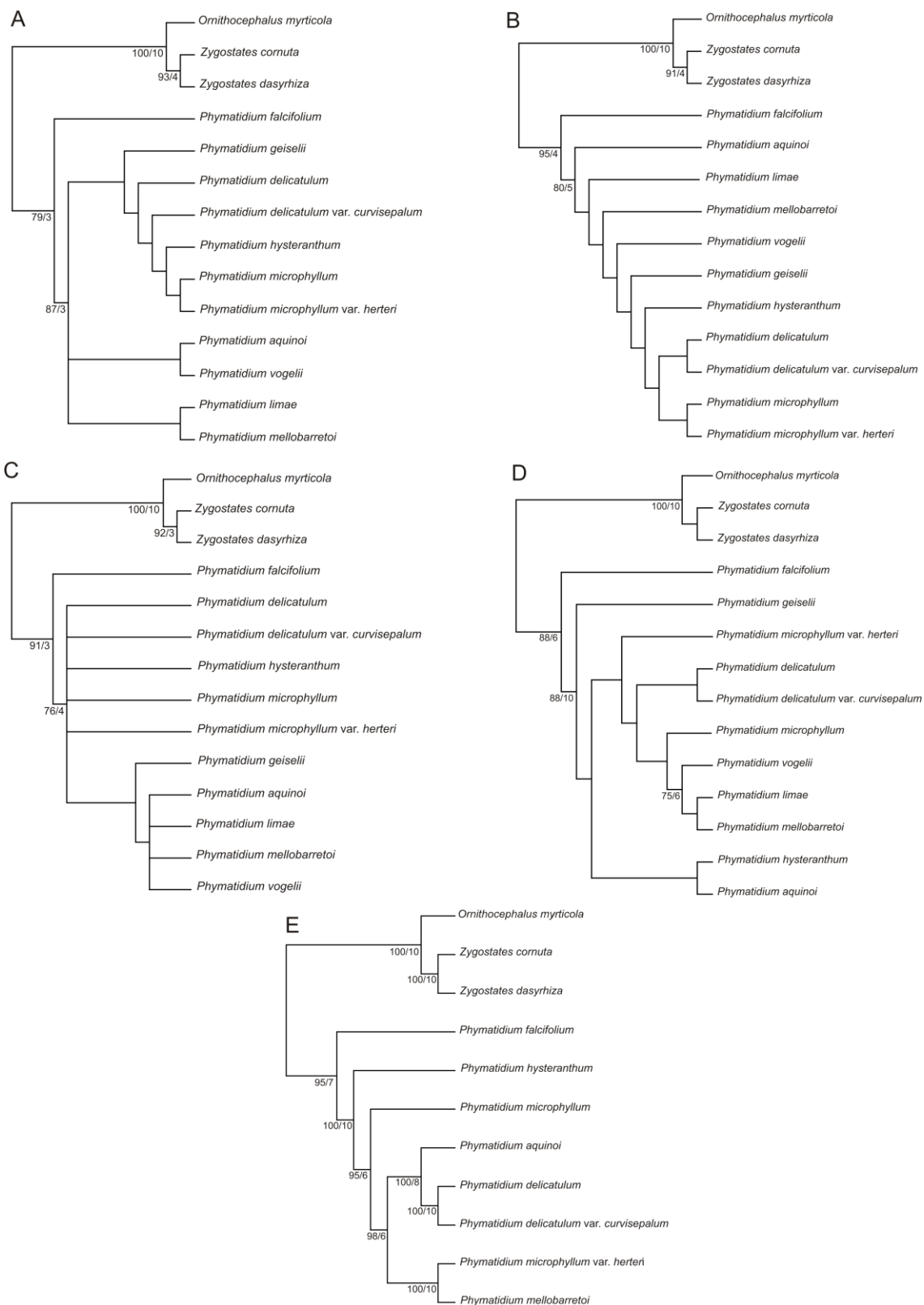


Figura 2- Árvores geradas em cada análise com diferentes métodos de codificação: A- Qualitativa; B- Qualitativo + quantitativo com quatro estados; C- Qualitativo +

quantitativo com 14 estados; D- Qualitativo + quantitativo com dados brutos e E- Molecular ITS+matK. Números abaixo dos ramos informam PB>70 e ID.



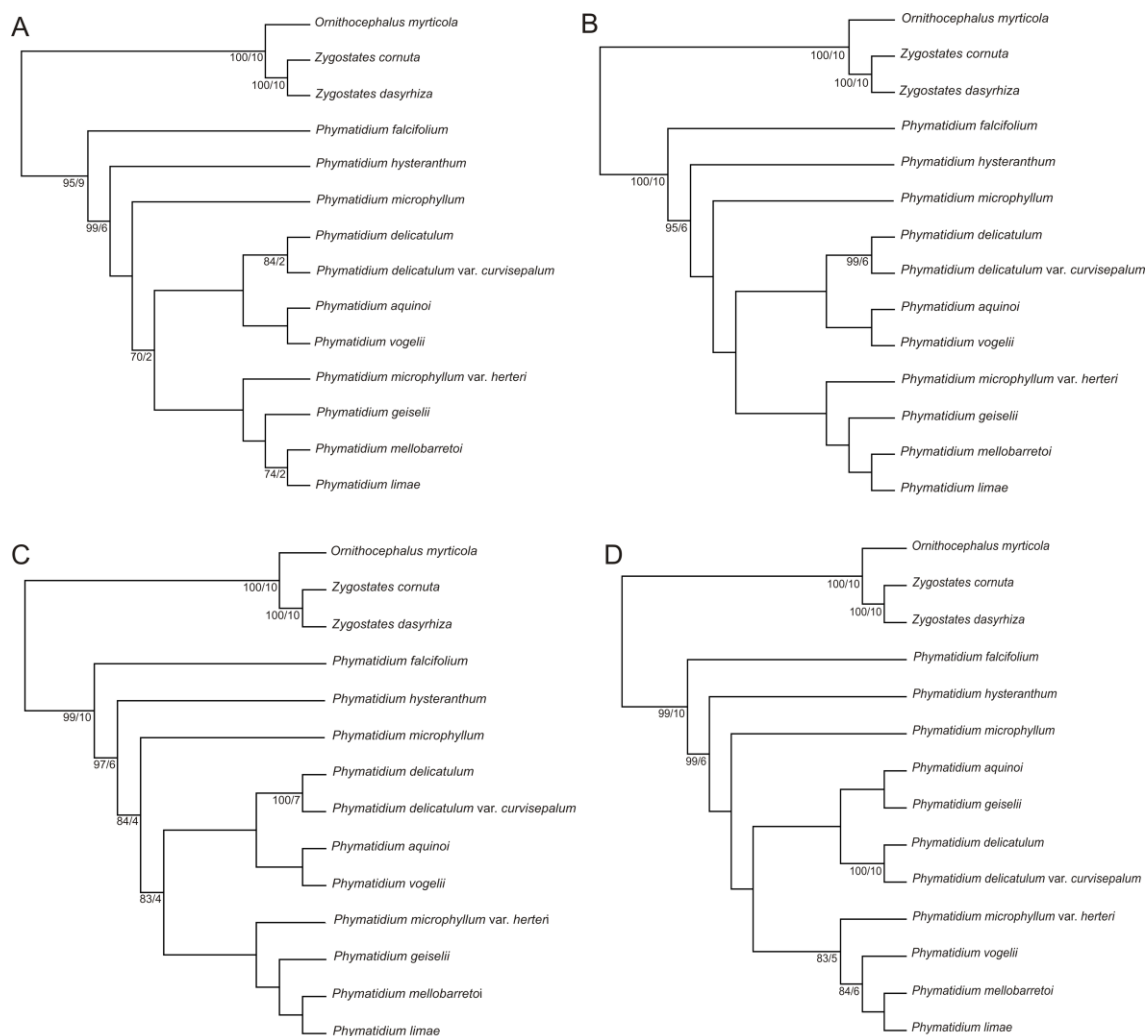


Figura 3- Árvores geradas em cada análise com diferentes métodos de codificação combinadas à molecular: A- Qualitativa; B- Qualitativo + quantitativo com quatro estados; C- Qualitativo + quantitativo com 14 estados e D- Qualitativo + quantitativo com dados brutos. Números abaixo dos ramos informam PB>70 e ID.

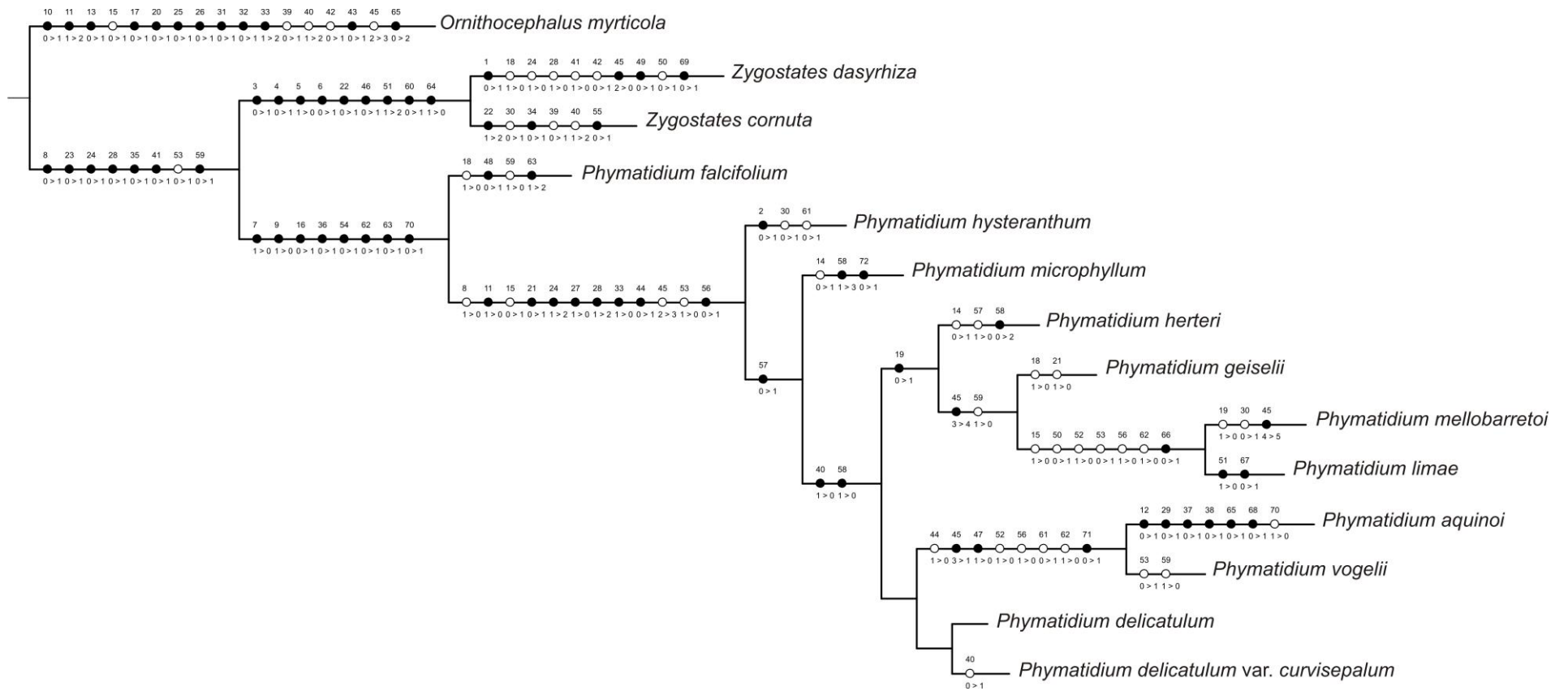


Figura 4 – Hipótese filogenética para o gênero *Phymatidium*, destacando as sinapomorfias de cada clado formado.

## APÊNDICES

Apêndice 1 – Espécies, coletor e localidade das sequências usadas na filogenia molecular.

Espécies	Coletor e nº de coleta	Localidade	Nº no Genbank ITS	Nº no Genbank <i>matK</i>
<i>Ornithocephalus myrticola</i>	Smidt, E.C. 974	Brasil, São Paulo, Caraguatatuba.		
<i>Zygostates cornuta</i>	Smidt, E.C. 972	Brasil, São Paulo, Caraguatatuba.		
<i>Z. dasyrhiza</i>	Klein, J. 62	Brasil, Rio Grande do Sul, São Francisco de Paula.		
<i>Phymatidium aquinoi</i>	Lima, D.F. 343	Brasil, Rio Grande do Sul, Caxias do Sul.		
<i>P. delicatulum</i>	Royer, C.A. 17	Brasil, Paraná, Guaratuba.		
<i>P. delicatulum</i> var. <i>curvisepalum</i>	Smidt, E. C. 1051	Brasil, Paraná, São José dos Pinhais.		
<i>P. hysteroanthum</i>	Rodrigues, M. 74	Brasil, São Paulo, Caraguatatuba.		
<i>P. falcifolium</i>	Mancinelli, W.S. 1371	Brasil, Santa Catarina, Joinville.		
<i>P. mellobarretoii</i>	Smidt, E.C. 1028	Brasil, São Paulo, Caraguatatuba		
<i>P. microphyllum</i>	Smidt, E.C. 1050	Brasil, Paraná, Tijucas do Sul.		
<i>P. microphyllum</i> var. <i>herteri</i>	Klein, J. 55	Brasil, Rio Grande do Sul, Cambará do Sul.		

Apêndice 2- Coletores das exsiccatas usadas para análise morfológica.

***Phymatidium delicatulum*** - A.C. Cervi 4066; A.C. Cervi & O. Guimaraes 6456; A. Dunaiski Jr 3251; A. Korte & A. Kniess 706; A. Korte & A. Kniess 1719; A. Korte 6000; A.L.S. Gatti et al. 258; Ana C.S.F. et al. 39; Andrade-Lima 7277; A.O.S Vieira s.n.(FUEL 429); A.R.S. Vaz et al. s.n. (FUEL 17424); A. Stival-Santos et al. 1493; A. Stival-Santos et al. 1498; A. Stival-Santos et al. 1819; Azevedo 131 & Toscano de Brito s.n.; Bonaldir 339; C.A. Royer 15; C.A. Royer 16; C.A. Royer 17 & M. Bornschein; C.L. Schiochet s.n.(HUCP 8620); C. van den Berg 1955; D.F. Lima 345; D.F. Lima 346; Dombrowski 3257 & Kuniyoshi 2635; Dutra 1029; Dutra 1051; Dutra 1130; E.C. Smidt 961; E.C. Smidt 965; E.C. Smidt 1068; F.E. Carneiro s.n. (FURB 33686); F.G. Braga et al. s.n. (UPCB 42596); G. Hatschbach 1388; G. Hatschbach 9486; G. Hatschbach 9543; G. Hatschbach 10865; G. Hatschbach 13390; G. Hatschbach 13911; G. Hatschbach et al.15578; G. Hatschbach 16011; G. Hatschbach 17963; G. Hatschbach 18516; G. Hatschbach 23385; G. Hatschbach 25465 & O. Guimaraes; G. Hatschbach 29134; Henz s.n. (PACA); H.M. Filho 398; J.L. Schmitt et al. 1427; J.L. Waechter 239; J.L. Waechter 681; J.M. Pinheiro s.n. (MBM 281595); J. Sonehara 28; K. Hagenlun 9853; L.C.F. Rocha et al. 74; M. Borgo & S.M. Silva 647; M.E. Engels 154 & J.M.T. de Souza; M.E. Engels 234; M.E. Engels et al. 587; M.E. Engels et al. 588; M.E. Engels et al. 589; M.E. Engels et al. 590; M. Reginato 218; O.S. Ribas et al. 994; P. Brack 451; Rossato et al. s.n. (HUCS); Straube F. 31 & Persson V.G. 11; Toscano de Brito 688; Toscano de Brito et al. 2434; V. Ariati 594; V. Bachmann s.n. (FURB 8733).

***Phymatidium delicatulum var. curvisepalum*** - A. Korte & A. Kniess 688; A. Korte & A. Kniess 1267; E.C. Smidt 1051; G. Hatschbach 509; G. Hatschbach 8448; G. Hatschbach 13133; G. Hatschbach 43272; G. Hatschbach 45646; J.C.J. 001; J.M. Silva et al. 2019; M.E. Engels 237; M.G. Caxambu 105; M. Reginato 591; M.T. Shirata 4201; P.R.P. de Andrade s.n. (MBM 297891); R. Goldenberg 508; R. Kersten 714; R. Kersten 1240; R. Kummrow 1582; T.J. Cadorin et al. 317.

***Phymatidium geiselii*** - A. Bonnet & E. Caglioni 127; Albuquerque et al. s.n.( MBML 6220); G. Heringer et al. 295; L. Krieger et al. 24050.

***Phymatidium hysteroanthum*** - A. Hoffman s.n. (MBML 1231); Brade 14001; G. Hatschbach et al. 65222; J. Rossoni 494 & E. Bausen; L. Kollmann 4468; L. Kollmann et al. 8285; M. Rodrigues 74; Toscano de Brito 402 & Kautsky s.n.; V. Ariati et al. 424.

***Phymatidium microphyllum*** - E.C. Smidt 1050; G. Hatschbach 5396; G. Hatschbach 10871; G. Hatschbach 33631; G. Hatschbach & O.S. Ribas 79954; J.M. Silva & J.M. Cruz 1595; L.C.P. Lima et al. 547; L.F. Ferreira 198; M.E. Engels 139; M.E. Engels 235.

***Phymatidium microphyllum var. herteri*** - A.C. Cervi 3064 & O.S. Ribas; C. Koczicki 81; G. Hatschbach 2245; G. Hatschbach et al. 13561; G. Hatschbach et al. 13856; G. Hatschbach 16093; G. Hatschbach 21304; G. Hatschbach 21177; J. Klein 55; J.L. Waechter 1225; J.L. Waechter 1575; M. Rossato & R. Wasum 17; R. Bueno s.n. (ICN 51855); R. Kersten 611; T.J. Cadorin et al. 1493; Toscano de Brito 2413.

***Phymatidium aquinoi*** - A.P. Fontana et al. 5860; C.N. Fraga et al. 2000; D.F. Lima 343; G. Hatschbach 6674; G. Hatschbach 23331; G. Hatschbach 28593; J.A.N Batista et al. 2578; J. Cordeiro 390 & G. Hatschbach; J. Klein 177; J.L. Schmitt et al. 782; J.L. Schmitt et al. 1108; J.L. Waechter 1812; J.L. Waechter 1956; J.M. Silva & O.S. Ribas 6338; K. Kleebank 13; L. Kollmann 6527; L. Kollmann et al. 10750; M.E. Engels 230;

M. Sobral (ICN 47435); T.J. Cadorin et al. 814; Toscano de Brito 190; Toscano de Brito 279; Toscano de Brito 960.

*Phymatidium mellobarretoi* - A.L. Gasper et al 2703; E.C. Smidt 1028; I.R. Martins da Costa et al.147; J. Meirelles et al. 436; L. Echternacht & R.C. Mota 982; L. Echternacht & R.C. Mota 1019; P.L. Viana et al. 3921; R. Fernandes et al. 769; S. Vianna 2801; Toscano de Brito et al. 292.

*Phymatidium falcifolium* - A. Dziewa 140; A. Korte & A. Kniess 4116; A.L. de Gasper et al. 2206; A.M. Amorim et al. 4350; A.M. Amorim et al. 5415; A.Y. Mocoichinski 206 & M.B. Scheer; Bonaldir 296; C.N. Fraga et al. 2015; E. Barbosa & J. Cordeiro 60; E. Barbosa et al. 905; E.C. Smidt 1025; E. Caglioni et al. 162; E. Caglioni 175 & C. Signorelli; E. Lagasa 118; E. Lopes 09; G. Hatschbach 11060; G. Hatschbach et al.13415; G. Hatschbach 13447; G. Hatschbach 18606; G. Hatschbach 20923 & C. Kozicki; G. Hatschbach 23350; G. Hatschbach 37949; G. Hatschbach 59797 & E. Barbosa; G.P. Lewis et al. 1401; J.G. Jardim et al. 4964; J.L. Schmitt et al. 1107; J.M. Silva et al. 2251; J.R. Pirani & R. F. Garcia (SPF 94358); J. Schmitt 3200; Klein 2035; Klein & Bresolin 8185; L. Kollmann et al. 2962; M.E. Engels 402; M.E. Engels 413; M.K. Caddah et al. 761; M. Verdi et al. 1468; O.S. Ribas et al 5174; O.S. Ribas 1379 & L.B.S. Pereira; P.I.S. Braga et al 2480; R.M. Klein 7172; T.J. Cadorin et al. 1163; T.J. Cadorin et al. 1218; T.J. Cadorin et al. 1351; T.J. Cadorin et al. 1775; T.J. Cadorin et al. 2047; T.J. Cadorin et al 2501; T.J. Cadorin et al. 2698; T.J. Cadorin & C.P.L. Oliveira 3217; W.S. Mancinellii 1371.

---

Apêndice 3- Caracteres morfológicos qualitativos e estados de caráter.

- 
1. Raiz superfície pilosa: (0) Ausente, (1) Presente
  2. Raiz superfície papilosa: (0) Ausente, (1) Presente
  3. Rizoma: (0) Ausente, (1) Presente
  4. Pseudobulbo: (0) Ausente, (1) Presente
  5. Folhas: (0) Apicais e laterais, (1) Laterais
  6. Folha lateral pecíolo: (0) Ausente, (1) Presente
  7. Folha geral filotaxia: (0) Espiralada, (1) Alterna
  8. Folha geral face: (0) Unifacial, (1) Bifacial
  9. Folha geral lâmina forma: (0) Não articulada, (1) Articulada
  10. Folha geral imbricada: (0) Ausente, (1) Presente
  11. Folha geral corte transversal forma: (0) Tereto, (1) Conduplicado, (2) Elipsoide
  12. Inflorescência escapo corte transversal forma: (0) Angular, (1) Elíptica
  13. Inflorescência superfície: (0) Glabra, (1) Pilosa
  14. Inflorescência ornamento: (0) Lisa, (1) Papilosa
  15. Inflorescência escapo brácteas: (0) Laxo, (1) Congesto
  16. Inflorescência bráctea forma geral: (0) Ovada, (1) Subulada
  17. Inflorescência bráctea tricoma margens: (0) Ausente, (1) Presente
  18. Flores posição na inflorescência: (0) Não-ressupinada, (1) Ressupinada
  19. Flores semi-fechadas: (0) Ausente, (1) Presente
  20. Flor pedicelo superfície: (0) Glabro, (1) Piloso
  21. Flor pedicelo ornamento: (0) Lisa, (1) Papilosa
  22. Flor sépala coloração: (0) Brancas, (1) Esverdeada, (2) Amarela
  23. Flor sépala concolor: (0) Ausente, (1) Presente
  24. Flor sépala dorsal lâmina forma: (0) Espatulada, (1) Elíptica, (2) Lanceolada
  25. Flor sépala dorsal superfície abaxial: (0) Glabra, (1) Pilosa
  26. Flor sépala dorsal margens tricoma: (0) Ausente, (1) Presente
  27. Flor sépala dorsal forma ápice: (0) Agudo, (1) Obtuso
  28. Flor sépalas laterais lâmina forma: (0) Espatulada, (1) Elíptica, (2) Lanceolada
  29. Flor sépala lateral ondulada: (0) Ausente, (1) Presente
  30. Flor sépalas laterais reflexas: (0) Ausente, (1) Presente
  31. Flor sépala lateral superfície abaxial: (0) Glabra, (1) Pilosa-glandular
  32. Flor sépalas laterais tricoma margem: (0) Ausente, (1) Presente
  33. Flor sépalas laterais ápice forma: (0) Agudo, (1) Obtuso, (2) Arredondado
  34. Flor pétala coloração: (0) Brancas, (1) Laranja
  35. Flor pétala concolor: (0) Ausente, (1) Presente
  36. Flor pétalas lamina forma: (0) Unguiculada, (1) Lanceolada
  37. Flor pétala superfície ondulada: (0) Ausente, (1) Presente
  38. Flor pétalas lâmina calo na face adaxial: (0) Ausente, (1) Presente
  39. Flor pétalas margem forma: (0) Inteira, (1) Irregular
  40. Flor pétalas ápice forma: (0) Agudo, (1) Obtuso, (2) Arredondado
  41. Flor labelo concolor: (0) Ausente, (1) Presente
  42. Flor labelo manchas verdes: (0) Ausente, (1) Presente
  43. Flor labelo nervuras verdes: (0) Ausente, (1) Presente
  44. Flor labelo forma: (0) Inteiro, (1) Trilobado
  45. Flor labelo lâmina forma: (0) Ovada, (1) Ovado-lanceolada, (2) Oblonga, (3) Unguiculada, (4) Rômbico, (5) Panduriforme
  46. Flor labelo lâmina: (0) Não côncava, (1) Côncava
-

- 
47. Flor labelo margens forma: (0) Inteira, (1) Irregular
  48. Flor labelo ápice forma: (0) Agudo, (1) Obtuso
  49. Flor labelo calo forma geral: (0) Côncava, (1) Convexa
  50. Flor labelo calo prolongado: (0) Ausente, (1) Presente
  51. Flor labelo calo prolongado: (0) Hump, (1) Lamela, (2) Carenado
  52. Flor coluna ápice em vista lateral forma: (0) Fortemente recurvado, (1) Patente a levemente recurvado
  53. Flor coluna apêndices laterais: (0) Ausente, (1) Presente
  54. Flor coluna apêndices laterais: (0) Flanqueando lateralmente a cavidade estigmática, (1) Prolongando lateralmente a tabula infraestigmática
  55. Flor coluna superfície ventral: (0) Sulcado, (1) Plano
  56. Flor coluna ápice aurícula: (0) Ausente, (1) Presente
  57. Flor coluna ápice aurícula ornamento: (0) Lisa, (1) Papilosa
  58. Flor coluna ápice aurícula forma quando espalhada: (0) Ovada, (1) Lunada, (2) Quadrada, (3) Semicircular
  59. Flor coluna antera dentes laterais: (0) Ausente, (1) Presente
  60. Flor coluna antera dentes laterais: (0) Ápice, (1) Base
  61. Flor coluna antera ápice dentes laterais: (0) Obscuramente bidentado, (1) Marcadamente bidentado
  62. Flor coluna antera ápice: (0) Agudo, (1) Emarginado
  63. Flor coluna polínias caudículo: (0) Amorfo, (1) Cuneado, (2) Discoide
  64. Flor coluna víscido posição em relação ao rostelo: (0) Dorsal, (1) Ventral
  65. Flor coluna rostelo posição: (0) Curvado para cima, (1) Curvado para trás e para baixo, (2) Projetado para baixo
  66. Flor coluna rostelo forma: (0) Inteiro, (1) Trilobado
  67. Flor coluna rostelo forma trilobado: (0) Lóbulos laterais maiores que lóbulo central, (1) Lóbulos laterais menores que lóbulo central
  68. Flor coluna rostelo rodeado por dois pequenos dentes: (0) Ausente, (1) Presente
  69. Flor coluna clinândrio margens fortemente lacerada: (0) Ausente, (1) Presente
  70. Flor coluna tabula infraestigmática: (0) Ausente, (1) Presente
  71. Flor coluna tabula infraestigmática superfície: (0) Glabra, (1) Ligeiramente pilosa
  72. Flor estipe ponto de fixação das polínias forma: (0) Não bifurcado, (1) Bifurcado
-



Apêndice 4- Matriz morfológica dos dados qualitativos. ? = não há informações do estado, - = não se aplica. Descrições dos caracteres estão no apêndice 3.

Espécies	Estados de caráter								
<i>Phymatidium delicatulum</i>	0000100000	0000110100	1012000200	0000110000	1001301000	-10-011010	011100-001	00	
<i>P. delicatulum</i> var. <i>curvisepalum</i>	0000100000	0000110100	1012000200	0000110001	1001301000	-10-011010	011100-001	00	
<i>P. geiselii</i>	0000100000	0000110010	0012000200	0000110000	1001401000	-10-01100-	-11100-001	00	
<i>P. hysteranthum</i>	0100100000	0000110100	1012000201	0000110001	1001301000	-10-010110	111100-001	00	
<i>P. microphyllum</i>	0?00100000	0001110100	1012000200	0000110001	1001301000	-10-01?310	011100-001	01	
<i>P. microphyllum</i> var. <i>herteri</i>	0000100000	0001110110	1012000200	0000110000	1001301000	-10-010210	011100-001	0?	
<i>P. aquinoi</i>	0000100000	0100110100	1012000210	0000111100	1000100000	-00-00--10	101110-100	-0	
<i>P. limae</i>	0000100000	0000?10110	10?2000200	0000110000	???1401001	001100--0-	-011011001	00	
<i>P. mellobarretoii</i>	0000100000	0000010100	1012000201	0000110000	1001501001	101100--0-	-0110?0001	00	
<i>P. vogelii</i>	0000100000	0000?10?00	10?2000200	0000110000	???0100000	-01100--0-	-0?100-001	10	
<i>P. falcifolium</i>	0000100100	1000010000	0011001100	0010110001	1000201100	-11100--0-	-12100-001	00	
<i>Zygostates dasyrhiza</i>	1011011110	1000000000	0110001000	0010100001	0100011011	211000--11	-00000-010	-0	
<i>Z. cornuta</i>	0011011110	1000000100	0211001101	0011100012	1000211000	-11010--11	-00000-000	-0	
<i>Ornithocephalus myrticola</i>	0000101011	2010101101	0000111000	1120000012	0110301000	-10-00--00	-00120-000	-0	

Apêndice 5- Caracteres morfológicos quantitativos e estados de caráter, seguindo Thiele (1993) com até quatro estados.

- 
1. Altura da planta cm: (0) 2 - 2.5, (1) 3.5 - 4, (2) 6.7, (3) 7 - 8.2, (4) 10
  2. Folha comprimento cm: (0) 0.7 - 1.1, (1) 1.5 - 2.6, (2) 3 - 4, (3) 6, (4) 7
  3. Folha largura mm: (0) 0.4 - 1.5, (1) 2.5, (2) 9.5
  4. Inflorescência comprimento cm: (0) 3 - 4, (1) 6 - 11, (2) 25
  5. Inflorescência pedúnculo comprimento cm: (0) 1 - 1.5, (1) 1.8 - 2.5, (2) 4 - 4.5, (3) 4.8 - 6, (4) 7
  6. Inflorescência brácteas comprimento mm: (0) 1.5 - 2.5, (1) 3.5 - 4, (2) 4.75 - 6, (3) 10
  7. Inflorescência brácteas largura mm: (0) 0.25 - 0.35, (1) 0.5 - 0.8, (2) 1 - 1.25, (3) 2
  8. Inflorescência raque comprimento cm: (0) 1 - 2.5, (1) 3 - 5.5, (2) 7, (3) 15
  9. Flor pedicelo comprimento mm: (0) 2 - 2.75, (1) 3 - 4.25, (2) 5.25, (3) 10
  10. Flor sépala dorsal comprimento mm: (0) 2.5 - 2.75, (1) 2.9 - 3.25, (2) 3.5, (3) 4 - 4.25, (4) 4.85
  11. Flor sépala dorsal largura mm: (0) 0.5 - 0.65, (1) 0.7 - 1, (2) 1.25, (3) 2
  12. Flor sépala lateral comprimento mm: (0) 2.25, (1) 2.75 - 3.3, (2) 3.5 - 4.25, (3) 4.5, (4) 5.5
  13. Flor sépala lateral largura mm: (0) 0.5 - 0.55, (1) 0.75 - 1, (2) 1.65, (3) 2, (4) 2.5
  14. Flor pétala comprimento mm: (0) 2.75, (1) 3.2 - 3.25, (2) 3.5 - 3.75, (3) 4, (4) 4.5 - 4.75
  15. Flor pétala largura mm: (0) 0.7 - 1.1, (1) 1.2 - 1.5, (2) 2.4, (3) 3.75, (4) 4.5
  16. Flor labelo comprimento mm: (0) 2.75 - 3, (1) 3.5 - 3.75, (2) 4 - 4.75, (3) 4.85 - 5.25, (4) 6
  17. Flor labelo largura mm: (0) 1.15, (1) 1.6 - 2, (2) 2.25 - 2.5, (3) 2.75 - 3, (4) 3.25 - 3.5
  18. Flor coluna comprimento mm: (0) 1, (1) 1.4 - 1.5, (2) 1.75 - 2, (3) 2.25 - 2.5, (4) 2.75
  19. Flor coluna tabula infrastigmatica comprimento mm: (0) 0.5, (1) 0.75 - 0.85, (2) 1, (3) 1.3, (4) 1.5
  20. Flor coluna tabula infrastigmatica largura mm: (0) 0.5 - 0.6, (1) 0.75, (2) 1.3, (3) 1.5, (4) 2
  21. Flor coluna antera comprimento mm: (0) 1 - 1.25, (1) 1.5 - 2, (2) 3, (3) 3.75
  22. Flor coluna estipe comprimento mm: (0) 1 - 1.2, (1) 1.5, (2) 2, (3) 2.5, (4) 3.25
-

Apêndice 6- Matriz morfológica dos dados quantitativos segundo Thiele (1993) com até quatro estados. ? = não há informações do estado, - = não se aplica. Descrições dos caracteres estão no apêndice 5.

Espécies	Estados de caráter
<i>Phymatidium delicatulum</i>	0101312111 0100002211 00
<i>P. delicatulum</i> var. <i>curvisepalum</i>	0101312110 0100013400 00
<i>P. geiselii</i>	3201221102 1212033340 11
<i>P. hysteroanthum</i>	1201231111 1212013410 10
<i>P. microphyllum</i>	0001221100 0002002132 10
<i>P. microphyllum</i> var. <i>herteri</i>	0101220111 1110023232 10
<i>P. aquinoi</i>	0201332113 12121223-- 33
<i>P. limae</i>	0000001014 1414144143 10
<i>P. mellobarretoii</i>	1101121113 1312024243 10
<i>P. vogelii</i>	01000201?2 02010110?? 0?
<i>P. falcifolium</i>	4401212211 1211101144 00
<i>Zygostates dasyrhiza</i>	3010101021 21212243-- 12
<i>Z. cornuta</i>	2322412332 32333102-- 14
<i>Ornithocephalus myrticola</i>	3021303001 32444322-- ??

Apêndice 7- Caracteres morfológicos quantitativos e estados de caráter, seguindo Thiele (1993) com até 14 estados.

---

1. Altura da planta cm: (0) 2, (1) 2.5, (3) 3.5, (4) 4.0, (8) 6,7, (9) 7.0, (B) 8,2, (E) 10
  2. Folha comprimento cm: (0) 0.7 - 1, (1) 1.1, (2) 1.5, (4) 2.5 - 2.6, (4) 3, (7) 4, (C) 6, (E) 7
  3. Folha largura mm: (0) 0.4 - 0.7, (1) 1, (2) 1.5, (3) 2.5, (E) 9.5
  4. Inflorescência comprimento cm: (0) 3 - 3.5, (1) 4, (2) 6 - 6.5, (3) 7 - 7.1, (4) 9 - 10, (5) 11, (E) 25
  5. Inflorescência pedúnculo comprimento cm: (0) 1, (1) 1.5, (2) 2, (4) 2.5, (7) 4, (8) 4.5, (9) 4.8 - 5, (C) 6, (E) 7
  6. Inflorescência brácteas comprimento mm: (0) 1.5, (2) 2.5, (3) 3.5, (4) 4, (5) 4.75, (6) 5, (7) 6, (E) 10
  7. Inflorescência brácteas largura mm: (0) 0.25, (1) 0.35, (2) 0.5, (4) 0.7, (6) 1, (8) 1.25, (E) 2
  8. Inflorescência raque comprimento cm: (0) 1, (1) 1.6, (2) 2.5 - 3, (3) 3.5 - 4, (4) 4.5 - 5, (5) 5.5, (6) 7, (E) 15
  9. Flor pedicelo comprimento mm: (0) 2, (1) 2.5 - 2.75, (2) 3 - 3.25, (3) 3.5, (4) 4 - 4.25, (6) 5.25, (E) 10
  10. Flor sépala dorsal comprimento mm: (0) 2.5, (1) 2.75, (2) 2.9, (3) 3, (4) 3.25, (6) 3.5, (9) 4, (A) 4,25, (E) 4,85
  11. Flor sépala dorsal largura mm: (0) 0.5, (1) 0.65, (2) 0.7 - 0.75, (3) 0.85, (5) 1, (7) 1.25, (E) 2
  12. Flor sépala lateral comprimento mm: (0) 2.25, (2) 2.75, (3) 3, (5) 3.3 - 3.5, (8) 4, (9) 4.25, (A) 4.5, (E) 5.5
  13. Flor sépala lateral largura mm: (0) 0.5 - 0.55, (2) 0.75, (4) 1, (8) 1.65, (B) 2, (E) 2.5
  14. Flor pétala comprimento mm: (0) 2.75, (3) 3.2, (4) 3.25, (5) 3.5, (6) 3.6, (7) 3.7 - 3.75, (9) 4, (E) 4.75
  15. Flor pétala largura mm: (0) 0.7 - 0.75, (1) 0.9 - 1.1, (2) 1.2 - 1.35, (3) 1.5, (6) 2.4, (B) 3.75, (E) 4.5
  16. Flor labelo comprimento mm: (0) 2.75, (1) 3, (3) 3.5, (4) 3.75, (5) 4, (6) 4.25, (8) 4.5, (9) 4.75 - 4.85, (B) 5.25, (E) 6
  17. Flor labelo largura mm: (0) 1.15, (3) 1.6, (5) 2, (7) 2.25, (8) 2.5, (A) 2.75 - 2.85, (B) 3, (D) 3.25, (E) 3.5
  18. Flor coluna comprimento mm: (0) 1, (3) 1.4, (4) 1.5, (6) 1.75, (8) 2, (A) 2,25, (C) 2.5, (E) 2.75
  19. Flor coluna tabula infrastigmatica comprimento mm: (0) 0.5, (4) 0.75, (5) 0.85, (B) 1.3, (E) 1.5
  20. Flor coluna tabula infrastigmatica largura mm: (0) 0.5, (1) 0.6, (2) 0.75, (7) 1.3, (9) 1.5, (E) 2
  21. Flor coluna antera comprimento mm: (0) 1, (1) 1.25, (3) 1.5, (4) 1.75, (5) 2, (A) 3, (E) 3.75
  22. Flor coluna estipe comprimento mm: (0) 1, (1) 1.2, (3) 1.5, (6) 2, (9) 2.5, (E) 3.25
-

Apêndice 8- Matriz morfológica dos dados quantitativos segundo Thiele (1993) com até 14 estados. ? = não há informações do estado, - = não se aplica. Descrições dos caracteres estão no apêndice 7.

Espécies	Estados de caráter
<i>Phymatidium delicatulum</i>	0223946223 1300018842 11
<i>P. delicatulum</i> var. <i>curvisepalum</i>	0224946221 120003AE00 11
<i>P. geiselii</i>	9715874516 284719AAE0 33
<i>P. hysteranthum</i>	35248E2543 554513BE51 31
<i>P. microphyllum</i>	0012762210 10061083B7 30
<i>P. microphyllum</i> var. <i>herteri</i>	0414851423 252015A8B7 30
<i>P. aquinoi</i>	1515CE643A 5947287A?? E9
<i>P. limae</i>	100002202E 3E4E2ED4E9 30
<i>P. mellobarretoii</i>	4412462339 2A2719D6E9 30
<i>P. vogelii</i>	04011603?6 05030330?? 0?
<i>P. falcifolium</i>	EE24746643 55433154EE 10
<i>Zygostates dasyrhiza</i>	9130202162 728466EC?? 56
<i>Z. cornuta</i>	8CEEE38EE6 E5B9B408?? 4E
<i>Ornithocephalus myrticola</i>	B0E392E204 E8ECEB88?? A6

Apêndice 9- Caracteres morfológicos quantitativos usados seguindo o método de Goloboff (2006).

- 
1. Altura da planta cm
  2. Folha comprimento cm
  3. Folha largura mm
  4. Inflorescência comprimento cm
  5. Inflorescência pedúnculo comprimento cm
  6. Inflorescência brácteas comprimento mm
  7. Inflorescência brácteas largura mm
  8. Inflorescência raque comprimento cm
  9. Flor pedicelo comprimento mm
  10. Flor sépala dorsal comprimento mm
  11. Flor sépala dorsal largura mm
  12. Flor sépala lateral comprimento mm
  13. Flor sépala lateral largura mm
  14. Flor pétala comprimento mm
  15. Flor pétala largura mm
  16. Flor labelo comprimento mm
  17. Flor labelo largura mm
  18. Flor coluna comprimento mm
  19. Flor coluna tabula infrastigmatica comprimento mm
  20. Flor coluna tabula infrastigmatica largura mm
  21. Flor coluna antera comprimento mm
  22. Flor coluna estipe comprimento mm
-

Apêndice 10- Matriz morfológica dos dados quantitativos segundo Goloboff (2006). ? = não há informações do estado, - = não se aplica.

Descrições dos caracteres estão no apêndice 9.

Espécies	Estados de caráter
<i>Phymatidium delicatulum</i>	21.51.57541333 0.6530.552.750.7532.520.750.75 1.251.2
<i>P. delicatulum</i> var. <i>curvisepalum</i>	21.51.510541332.75 0.652.750.52.750.753.52.752.750.50.5 1.251.2
<i>P. geiselii</i>	741114.560.75.52.753.5 0.7413.714.852.852.251.50.5 1.51.5
<i>P. hysteranthum</i>	3.531.5104.5100.55.54.253 13.513.50.93.532.750.850.6 1.51.2
<i>P. microphyllum</i>	2116450.532.52.5 0.652.250.53.61.052.752.51.41.31.3 1.51
<i>P. microphyllum</i> var. <i>herteri</i>	22.6194.54.750.354.53.253 0.753.30.752.750.9542.7521.31.3 1.51
<i>P. aquinoi</i>	2.53111610153.54.25 14.2513.751.354.52.252.25?? 3.752.5
<i>P. limae</i>	2.50.80.7312.50.5134.85 0.855.514.751.263.251.51.51.5 1.51
<i>P. mellobarretoi</i>	42.516.52.550.543.54 0.754.50.753.751.14.753.251.751.51.5 1.51
<i>P. vogelii</i>	22.50.441.550.253.5?3.5 0.53.50.53.20.73.51.61?? 1?
<i>P. falcifolium</i>	1071.510441743 13.513.21.5321.51.521.2 51
<i>Zygostates dasyrhiza</i>	71.12.53.521.50.51.65.252.9 1.252.751.653.252.44.253.52.5?? 22
<i>Z. cornuta</i>	6.769.52573.51.2515103.5 23.5243.753.751.152?? 1.753.25
<i>Ornithocephalus myrticola</i>	8.20.79.57.14.82.522.523.25 242.54.54.55.252.52?? 32

**CAPITULO II: RIQUEZA, DIVERSIDADE E ENDEMISMO DE *PHYMATIDIUM*  
LINDLEY (ORCHIDACEAE: ONCIDIINAE)**



**Riqueza, diversidade e endemismo de *Phymatidium* Lindley (Orchidaceae: Oncidiinae)**CARLA ADRIANE ROYER<sup>1</sup>, ANTONIO LUIZ VIEIRA TOSCANO DE BRITO<sup>2</sup>,VIVIANE DA SILVA-PEREIRA<sup>1</sup> e ERIC DE CAMARGO SMIDT<sup>1,3</sup>

---

1. Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico, Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Av. Cel. Francisco H. dos Santos, s.n., Jardim das Américas, 80530-900 Curitiba, PR, Brasil.

2. Marie Selby Botanical Gardens, 811 South Palm Avenue, Sarasota, FL 34236, Estados Unidos.

3. Autor para correspondência: carladriane@gmail.com

RESUMO – (Riqueza, diversidade e endemismo de *Phymatidium* Lindley (Orchidaceae: Oncidiinae)). *Phymatidium* é um gênero de Orchidaceae endêmico da América do Sul, restrito ao bioma Mata Atlântica no Brasil, Argentina e Uruguai. Consiste de nove espécies e duas variedades, algumas com ampla distribuição e outras altamente restritas. O objetivo deste trabalho foi analisar diferentes aspectos da distribuição do gênero utilizando abordagens de riqueza, diversidade, complementaridade e análise de parcimônia de endemismo a fim de verificar se a distribuição dos taxa é contínua ou se existem áreas de alta diversidade, indicando-as como contribuição ao estudo de diversidade do Bioma e de distribuição do gênero. Além disso, apresentar o estado de conservação de cada espécie segundo critérios da IUCN (2010). Os resultados mostram que as áreas de riqueza estão distribuídas nas cadeias de montanhas da Serra dos Órgãos (RJ), Serra da Mantiqueira (SP, RJ e MG), Serra da Bocaina (SP) e Serra do Mar (PR), as áreas de diversidade são coincidentes com todas as áreas de alta riqueza, além de alcançar o sul do Espírito Santo, noroeste do Rio de Janeiro e sudeste de Santa Catarina. A análise de complementaridade indica que são necessários esforços de proteção *in situ* em quatro áreas para que todos os taxa sejam preservados. A análise de parcimônia de endemismo indica a presença de pelo menos dois centros de endemismo, sendo um na região da Serra do Castelo (ES) até a Serra dos Órgãos (RJ) e outro na Serra da Mantiqueira e Serra da Bocaina (SP, RJ e MG). Segundo critérios da IUCN, duas espécies merecem atenção especial por se encontrarem na categoria criticamente em perigo. As análises quando consideradas em conjunto indicam que segundo a distribuição do gênero *Phymatidium*, o bioma não é uniforme e que podem ser reconhecidos *hotpoints* dentro de um dos mais ameaçados hotspots do planeta.

Palavras-chave: Floresta Atlântica, biodiversidade, endemismo, Oncidiinae.

## INTRODUÇÃO

*Phymatidium* Lindley é um gênero endêmico da América do sul, ocorrendo no Brasil, Argentina e Uruguai (Herter 1930, Jonhson 2001, Toscano de Brito 2007). Consiste de nove espécies e duas variedades (Toscano de Brito 2007, Toscano de Brito, dados não publicados) e foi estabelecido por Lindley em 1833. Pertence a família Orchidaceae Lindl. e está inserido na subfamília Epidendroideae, tribo Cymbidieae, subtribo Oncidiinae Benth (Pridgeon *et al.* 1999, Pridgeon *et al.* 2005, Neubig *et al.* 2012).

O gênero é monofilético (Neubig *et al.* 2012) caracterizado por plantas epífitas, que crescem geralmente na borda das matas. São ervas delicadas, monopodiais, desprovidas de pseudobulbos. As folhas são unifaciais ou bifaciais. A inflorescência é racemosa, pauciflora a multiflora. As flores são pequenas, ressupinadas ou não, brancas com a porção central verde. As sépalas e pétalas são livres com margens inteiras, o labelo apresenta uma calosidade glandular na face adaxial e margens irregulares, a coluna é pequena, sulcada, geralmente auriculada no ápice, frequentemente provida de tábula infrastigmática na base, a cavidade estigmática é alongada a arredondada. O fruto é pedicelado, capsulado, subgloboso, levemente estriado e carenado, frequentemente com perianto persistente. A dispersão das sementes é feita pelo vento e estima-se que o tempo de vida é muito curto, pois são frequentemente encontradas no tronco e nas folhas de Myrtaceae e Rutaceae (Toscano de Brito com. pess., 2007, Cap. 3).

A importância do estudo de endemismos é amplamente reconhecida do ponto de vista da conservação, auxiliando, por exemplo, na delimitação dos denominados hotspots de diversidade, dos quais a Mata Atlântica e o Cerrado são exemplos (Myers *et al.* 2000).

Os conceitos de endemismo e de riqueza de espécies são usualmente utilizados quando se quer avaliar a importância de uma região em termos de preservação de um bioma. Estes

dois conceitos são complementares e foi sugerido que as áreas de forte endemismo e as áreas de grande riqueza de espécies não necessariamente coincidem (Prendergast *et al.* 1993).

A identificação dos padrões de biodiversidade apresenta consequências importantes para a conservação das plantas, pois a conjunção do endemismo e da riqueza em espécies aumenta a eficiência das áreas de preservação, principalmente nas florestas tropicais (Gentry 1992).

A Mata Atlântica é uma região mundialmente conhecida pela presença de muitas espécies endêmicas (Cracraft 1985, Amorim & Pires 1996, Costa *et al.* 2000, Silva *et al.* 2004) e muitas áreas de endemismo baseado em vários grupos de organismos tem sido propostos para o bioma (Prance 1982, Cracraft 1985, Soderstrom *et al.* 1988, Costa *et al.* 2000, Silva *et al.* 2004, Santos *et al.* 2007). Estas áreas de endemismo que se encontram dentro de uma região aparentemente homogênea sugerem que fatores históricos (por exemplo, flutuações do nível do mar e orogênese) durante o Plioceno-Pleistoceno promoveram o endemismo (Rocha *et al.* 2005). No entanto, um gradiente longitudinal foi proposto para explicar os padrões de endemismo da Mata Atlântica em que áreas costeiras foram biogeograficamente separadas dos planaltos (Cracraft 1985, Morrone 2006).

A diversidade de plantas vasculares e o endemismo na Mata Atlântica estão entre as maiores do mundo (Martini *et al.* 2007), mas faltam informações das distribuições geográficas da maioria dos taxa ocorrentes (Fiaschi & Pirani 2009). A heterogeneidade ambiental desse bioma, não foi ainda suficientemente detalhada e seu entendimento é fundamental para que se possam analisar os padrões de distribuição geográfica das espécies, bem como as barreiras que limitam a distribuição dos taxa (Stehmann *et al.* 2009).

Para Orchidaceae destacam-se quatro trabalhos que analisam a distribuição, riqueza e endemismo ao nível genérico: van den Berg & Martins (1996) com *Cattleya*, Smidt *et al.*

(2007) com *Bulbophyllum* neotropicais, Chiron (2009) com *Baptistonia* e Menini Neto & Forzza (2013) com *Pseudolaelia*.

A fim de se estabelecer padrões biogeográficos para o gênero *Phymatidium*, este trabalho aborda a descrição de áreas de endemismo, riqueza, diversidade, complementaridade e seu estado de conservação ao longo de sua distribuição.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Amostra de dados e distribuição geográfica

A distribuição geográfica das espécies de *Phymatidium* foi avaliada através da análise de informações constantes em 441 exsicatas dos herbários AMES, B, BHCB, BR, C, ESA, F, FUEL, FURB, G, GH, HB, HCF, HRB, HUCP, HUCS, HUEFS, HUPG, ICN, K, MBM, MBML, MO, NY, PACA, PMSP, R, RB, S, SEL, SP, SPF e UPCB, US, (acrônimos segundo Holmgren *et al.* 1990), complementadas com dados de materiais coletados em campo (Apêndice 1). O levantamento das coordenadas, quando ausentes nos registros de coletas, foi realizado através de dados do IBGE (2011) e do programa Google Earth.

### Análise de Riqueza e diversidade

Foram feitas análises de riqueza (número total de espécies por quadrícula levando em conta duas quadrículas vizinhas) e diversidade (calculada através do índice de Shannon, que leva em consideração a contribuição de cada espécie por quadrícula também considerando duas quadrículas vizinhas), com quadrículas de tamanho de um grau de latitude por um grau de longitude (1°x1°). Os mapas de distribuição com as quadrículas e as análises de riqueza e diversidade foram feitos através de ferramentas do programa DIVA-GIS versão 7.5 (Hijmans *et al.* 2012).

### **Análise de Complementaridade**

A fim de se determinar os locais ideais para reservas *in situ* para conservar o máximo da diversidade de espécies, um estudo baseado em espécies complementares foi realizado usando o algoritmo descrito por Rebelo & Sigfried (1992) e Rebelo (1994). O objetivo foi identificar as quadrículas com tamanho  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ , que se complementam em termos de composição de espécies. O processo é iterativo, onde, a primeira quadrícula é a mais rica em número de espécies. A segunda iteração localiza uma quadrícula que é a mais rica em espécies ainda não representada na primeira iteração. Este processo iterativo continua até que todas as espécies sejam representadas. Calculamos o número mínimo de quadrículas necessárias para capturar todos os 11 taxa de *Phymatidium*.

### **Análise de Endemismo por Parcimônia (PAE)**

Seguindo o método proposto por Rosen (1988), o mapa de distribuição dos 11 taxa de *Phymatidium* foi dividido em quadrículas de  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ . As quadrículas com localidades onde ocorria pelo menos uma das espécies foram codificadas, na horizontal, por letras (de A a P), e, na vertical, por números (1 a 7), totalizando 45 quadrículas (Figura 1). A matriz de presença/ausência das espécies foi construída no Nexus Software Editor (Page 2001), onde a presença foi indicada com um “1” (caráter derivado) e ausência com um “0” (caráter primitivo). Usando este programa, as áreas foram inscritas no lugar de taxa, enquanto os taxa entraram no lugar de caracteres. Uma área hipotética foi usada como grupo externo (GE) onde todos os caracteres foram identificados como “0”, a fim de enraizar a árvore. Algumas modificações foram incluídas na matriz, segundo recomendações de Löwenberg-Neto e Carvalho (2004): áreas que apresentavam somente um táxon foram descartadas, e taxa que se apresentaram entre duas quadrículas, considerou-se presença em ambas (Apêndice 2). Esta medida é adotada, pois grande parte do material analisado não contém dados de coordenadas

geográficas, nem alguma localização mais precisa. Para incluí-las na análise foram usados dados de coordenadas do IBGE e do programa Google Earth, porém nestes, os pontos dados são do marco zero da cidade, fazendo com que em alguns casos os pontos ficassem em meio a uma ou mais quadrículas. Uma vez construída a matriz, as análises de parcimônia, através de busca heurística e algoritmo TBR, foram feitas usando PAUP \*4.0b10 (Swofford 2002). Áreas endêmicas foram aquelas que formando um clado na árvore resultante apresentavam pelo menos dois taxa endêmicos (Cracraft 1985, Platnick 1991).

### **Estado de conservação das espécies seguindo a categoria IUCN (2010)**

Com base no número de ocorrência, o estado de conservação de cada táxon foi inferido seguindo as recomendações do sistema IUCN (2010).

## **RESULTADOS**

### **Distribuição geográfica**

O gênero *Phymatidium* é endêmico da Mata Atlântica (Figura 2), com os seguintes limites de distribuição: norte e leste, município de Taquaratinga do Norte, PE (-7,90S, -36,04N) com *P. delicatulum* Lindl; ao sul, município de São Leopoldo, RS (-29,76S, -51,14N) com *P. delicatulum*; a oeste, Província de Misiones, Argentina (-25,71S, -54,41N). *Phymatidium delicatulum* é a espécie mais abrangente, ocorrendo em toda a área de distribuição do gênero, enquanto *P. limae* Porto & Brade e *P. vogelii* Pabst são as espécies raras sendo conhecidas apenas pela localidade tipo.

### **Análise de Riqueza e Diversidade**

A análise aponta cinco regiões mais ricas para o gênero localizadas em cadeias de montanhas ao longo da costa brasileira (Figura 3). Compreendem: (1) a região da Serra dos

Órgãos no estado do Rio de Janeiro, (2) a Serra da Mantiqueira e (3) Serra da Bocaina, na divisa dos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, (4) a Serra do Mar e (5) litoral do estado do Paraná. Todas estas áreas possuem um total de sete espécies por quadrícula.

As áreas secundárias de riqueza são encontradas em uma ampla região na porção mais leste do Brasil. Estende-se desde o centro do Espírito Santo até o leste do Rio Grande do Sul com no mínimo cinco espécies por quadrícula. Nesta faixa, observa-se um “gap” no leste de São Paulo (mesmo assim encontrando quatro espécies por quadrícula), provavelmente causado por localizar-se no maior centro urbano brasileiro e estar com sua vegetação original reduzida quase totalmente.

Os maiores índices de diversidade são encontrados nas regiões centro e sul do Espírito Santo, noroeste do Rio de Janeiro, abrangendo também a divisa com Minas Gerais, sul do Rio de Janeiro adentrando uma área maior nos estados de Minas Gerais e São Paulo, leste do Paraná e sudeste de Santa Catarina. Centros de diversidade secundários são encontrados no entorno das regiões primárias (Figura 4).

### **Análise de Complementaridade**

A análise aponta quatro áreas, que compreendem cinco regiões geográficas, como prioritárias para a conservação, pois englobam todas as espécies de *Phymatidium*. Abrange a Serra da Mantiqueira (MG, RJ e SP) e Serra da Bocaina (SP) (área 1), a Serra do Mar (PR) (área 2), região Serrana do Rio de Janeiro, alcançando a divisa com Minas Gerais (área 3) e Parque Nacional do Caparaó (ES e MG) (área 4) (Figura 5).



## PAE

A análise de parcimônia de endemismo resultou em 2356 árvores com comprimento (C) 33, índice de consistência (IC) 0,333 e índice de retenção (IR) 0,685. A árvore de consenso estrito apresentou duas áreas endêmicas (Figura 6): a primeira (área A) que compreende desde o centro-sul do Espírito Santo, na Serra do Castelo, até o centro do Rio de Janeiro, na Serra dos Órgãos, cobrindo pequenas áreas de Minas Gerais. A segunda (área B), a região da Serra da Mantiqueira e Serra da Bocaina, nas divisas dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Estas áreas são reconhecidas pela presença exclusiva de *Phymatidium geiselii*, *P. limae* e *P. vogelii*.

## Estado de conservação das espécies seguindo a categoria IUCN (2010)

O estado de conservação de cada espécie é apresentado na Tabela 1. Pertencente a categoria pouco preocupante estão sete taxa (*Phymatidium aquinoi*, *P. delicatulum*, *P. delicatulum* var. *cuvisepalum*, *P. hysternanthum*, *P. falcifolium*, *P. microphyllum* var. *herteri* e *P. mellobarretoii*). *Phymatidium microphyllum* se enquadra na categoria vulnerável e *P. geiselii* em perigo. Criticamente em perigo estão *P. limae* e *P. vogelii*.

## DISCUSSÃO

O gênero *Phymatidium* é encontrado por toda a extensão do bioma Mata Atlântica, com espécies comuns de ampla distribuição e outras mais raras e micro-endêmicas. As regiões mais ricas e diversas correspondem a cadeias de montanhas da Serra do Mar composta pela vegetação Ombrófila Densa e Ombrófila Mista. As áreas onde se observa o maior número de coletas, coincide com regiões de fácil acesso e/ou próximas dos maiores herbários e centros de pesquisa, assim como observado por Smidt (2007), Chiron (2009) e Werneck *et*

*al.* (2011). Existe um potencial de polarização de amostragem forte nestes resultados, um "efeito museu" (Ponder *et al.* 2001), o que indica que por razões históricas de eficiência, logística e conveniência, colecionadores tendem a sobre-amostrar perto dessas instituições (Werneck *et al.* 2011). Porém, para *Phymatidium* este efeito pode ser apenas coincidência, pois onde há pouca coleta para o gênero corresponde à regiões mais secas e sem a presença de florestas Ombrófilas Densas e Mistas, clima desfavorável à sua presença.

Assim como para *Phymatidium*, as áreas de maior riqueza para *Cattleya* (van den Berg & Martins 1996), *Bulbophyllum* neotropicais (Smidt *et al.* 2007, Smidt & Borba 2007) e *Pseudolelia* (Menini Neto & Forzza 2013) que não são gênero endêmicos da Mata Atlântica, se encontram ao longo da costa leste brasileira, principalmente nas áreas de montanha entre São Paulo e o sul da Bahia, abrangendo parte de Minas Gerais. Já para *Baptistonia* (Chiron 2009), gênero endêmico do mesmo bioma, as áreas de maior riqueza se sobrepõem as de *Phymatidium*, compreendendo as serras ao norte e a oeste da cidade de São Paulo, sul do estado do Rio de Janeiro como as florestas da Serra do Mar, Serras da Bocaina e da Mantiqueira e a Serra do Mar no Paraná (Chiron 2009).

Werneck *et al.* (2011) estudou os padrões de riqueza e endemismo das espécies de angiospermas restritas à Mata Atlântica e observou que a riqueza deste grupo é particularmente alta no oeste e centro do estado do Rio de Janeiro, centro do Espírito Santo e leste de São Paulo e Paraná, e sul do estado da Bahia. Todas as células ricas em angiospermas endêmicas refletem a atual opinião sobre as áreas de endemismo na Mata Atlântica, incluindo as encontradas em *Phymatidium*, em diferentes grupos de organismos (Aguiar *et al.* 2003).

Observa-se que as áreas de riqueza e diversidade de *Phymatidium* são várias ao longo da parte leste da Mata Atlântica, composta pela Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista, porém as análises revelaram somente duas áreas endêmicas. Orme *et al.* (2005) observou fato similar com padrões de distribuição de aves, onde afirma que hotspots

de riqueza de espécies são tipicamente associados com regiões tropicais das terras altas que mostram a diversidade de habitat e permanecem florestas durante os períodos glaciais, enquanto hotspots de endemismo são mais comumente em arquipélagos insulares mostrando padrões complexos de divergência alopátrica.

Segundo os critérios da IUCN, a maioria dos taxa de *Phymatidium* se enquadra na categoria pouco preocupante, porém quando consideramos a ampla distribuição do gênero percebemos que, mesmo apresentando vários locais de coletas a distribuição de muitas espécies continua restrita a pequenas áreas regionais e o risco destas entrarem em extinção é elevado se tais regiões sofrerem alguma devastação.

A Mata Atlântica brasileira é considerada uma área prioritária para os esforços de conservação da biodiversidade do mundo (“Hotspots”, de acordo com Mittermeier *et al.* 2004, Myers *et al.* 2000) por três razões maiores: sua alta riqueza de espécies, elevados níveis de endemismo e ameaças antropogênicas crescentes neste limitado e fragmentado bioma (Martini *et al.* 2007).

No entanto, este bioma é bastante heterogêneo, demonstrando variável composição florística (Oliveira-Filho & Fontes 2000) e diferindo fito-fisionomicamente ao longo de sua distribuição, com diversas condições climáticas, topográficas e geomorfológicas, bem como solos de diferentes origens em sua extensão (Scudeller *et al.* 2001; Tabarelli *et al.* 2005). Como um resultado desta heterogeneidade algumas regiões desse bioma merecem atenção especial, como potenciais áreas prioritárias, e poderiam ser consideradas “hot-points” dentro de um “hotspot” mundial (Martini *et al.* 2007).

Agradecimentos - Os autores agradecem aos curadores dos herbários pelo empréstimo dos materiais. A CAPES-PNADB (17/2009 - Proposta botânica UFPR/IBT/Unicamp) pela bolsa de

mestrado concedida, ao IAP (N° 326/11) e ao ICMBio (SISBIO – 30642-1) pelas autorizações de coletas.

## REFERÊNCIAS

Aguiar, A.P., Chiarello, A.G., Mendes, S.L., Matos, E.N. 2003. The Central and Serra do Mar Corridors in the Brazilian Atlantic Forest. *In* The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, trends, and outlook (C. Galindo-Leal & I.G. Câmara, eds.). Washington: Center for Applied Biodiversity Science e Island Press. p.118-132.

Amorim, D.S., Pires, M.R.S. 1996. Neotropical biogeography and a method for maximum biodiversity estimation. *In* Biodiversity in Brazil, a first approach (C.E.M. Bicudo & W.A. Menezes, eds). Cnpq, São Paulo, p.326.

Bremer, K. 1988. The limits of amino acid sequence data in angiosperm phylogenetic reconstructions. *Evolution* 42:795–803.

Chiron, G.R. 2009. Riqueza e endemismo de espécies *Batistonia* (Orchidaceae), no Brasil. *Hoehnea* 36(3):459-477.

Costa, L.P., Leite, Y.L.R., Fonseca, G.A.B., Fonseca, M.T. 2000. Biogeography of South American Forest mammals: endemism and diversity in the Atlantic Forest. *Biotropica* 32:872–881.

Cracraft, J. 1985. Historical Biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: Areas of Endemism. *Ornithological Monographs* 36:49-84.

Felsenstein, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach to using bootstrap. *Evolution* 39:783-791.

Fiaschi, P., Pirani, J.R. 2009. Review of plant biogeographic studies in Brazil. *Journal of Systematics and Evolution* 47:477-496.

Gentry, A.H. 1992. Tropical Forest Biodiversity: Distributional patterns and their conservational significance. *Oikos* 63:19-28.

Herter, W. 1930. *Flora Uruguayensis Plantae Vasculares*. Montevideo.

Hijmans, R.J., Guarino, L., Bussink, C., Mathur, P., Cruz, M., Barrentes, I., Rojas, E. 2012. DIVA-GIS: A geographic information system for the analysis of species distribution data. Versão 7.5. <http://www.diva-gis.org> (Acesso em: 08/10/2012).

Holmgren, P.K.; Holmgren, N.H. & Barnett, L.C. 1990. *Index Herbariorum. Part I: The Herbaria of the World*. New York Botanical Garden, New York.

IBGE. 2011. Índice de nomes Geográficos. Base cartográfica contínua do Brasil ao Milionésimo - BCIM. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Vol.1. [biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20.../56282.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20.../56282.pdf) (Acesso em 15/07/2011).

IUCN Standards and Petitions Subcommittee. 2010. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 8.1. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee in March 2010. Disponível em <<http://intranet.iucn.org/webfiles/doc/SSC/RedList/RedListGuidelines.pdf>>. Acesso em 10 de outubro de 2012.

Jonhson, A.E. 2001. Las Orquídeas del Parque Nacional Iguazú. L.O.L.A. Buenos Aires.

Löwenberg-Neto, P., Carvalho, C.J.B. Análise Parcimoniosa de Endemicidade (PAE) na delimitação de áreas de endemismos: inferências para conservação da biodiversidade na região Sul do Brasil. *Natureza & Conservação* 2(2): 58-65.

Manrique, C.E., Durán, R., Argáez, J. 2003. Phylogeographic analysis of taxa endemic to the Yucatán Peninsula using geographic information systems, the domain heuristic and parsimony analysis of endemism. *Diversity and Distributions* 9:313-330.

Martini, A.M.Z., Fiaschi, P., Amorim, A.M., Paixão, J.P. 2007. A hot-point within a hot-spot: a high diversity site in Brazil's Atlantic Forest. *Biodiversity and Conservation* 16(11):3111-3128.

Menini-Neto, L., Forzza, R.C. 2013. Biogeography and conservation status assessment of *Pseudolaelia* (Orchidaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 171:191-200.

Mittermeier, R.A., Gil, P.R., Hoffmann, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Mittermeier, C.G.; Lamoureaux, J., Fonseca, G.A.B. 2004. Hotspots revisited. Cemex, Mexico City, p.392.

Morrone, J.J. 2006. Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean islands based on panbiogeographic and cladistic analysis of the entomofauna. *Annual Reviews Entomology* 51:467-494.

Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B., Kents, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.

Neubig, K.M., Whitten, W.M., Williams, N.H., Blanco, M.A., Endara, L., Burleigh, J.G., Silvera, K., Cushman, J.C., Chase, M.W. 2012. Generic recircumscriptions of Oncidiinae (Orchidaceae: Cymbidieae) based on maximum likelihood analysis of combined DNA datasets. *Botanical Journal of the Linnean Society* 168:117-146.

Oliveira-Filho, A.T., Fontes, M.A.L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica* 32:793–810.

Orme, C.D.L., Davies, R.G., Burgess, M., Eigendrod, F., Pickup, N., Olson, V.A., Webster, A.J., Ding, T.S., Rasmussen, P.C., Ridgely, R.S., Stattersfield, A.J., Bennett, P.M., Blackburn, T.M., Gaston, K.J., Owens, I.P.F. 2005. Global hotspots of species richness are not congruent with endemism or threat. *Nature* 436(18):1016-1019.

Page, R.D.M. 2001. Nexus Data Editor. [http:// taxonomy.zoology.gla.ac.uk/ rod/ NDE.html](http://taxonomy.zoology.gla.ac.uk/rod/NDE.html) (Acesso em 04/2011).

Platnick, N.I. 1991. On areas of endemism. *Australian Systematic Botany* 4:1–11.

Ponder, W.F., Carter, G.A., Flemons, P., Chapman, R.R. 2001. Evaluation of museum collection data for use in biodiversity assessment. *Conservation Biology* 15:648-657.

Prance, G.T. 1982. A review of the phytogeographic evidences for Pleistocene climate changes in the Neotropics. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 69:594–624.

Prendergast, J.R., Quinn, R.M., Lawton, J.H., Eversham, B.C., Gibbons, D.W. 1993. Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. *Nature* 365:335-337.

Pridgeon, A.M., Cribb, P.J., Chase, M.W., Rasmussen, F.N. 1999. *Genera Orchidacearum*. Vol. 1. Oxford University Press, Oxford.

Pridgeon, A.M., Cribb, P.J., Chase, M.W., Rasmussen, F.N. 2005. *Genera Orchidacearum*. Vol. 4. Epidendroideae (Part 1). Oxford University Press, Oxford.

Rebelo, A.G., Sigfried, W.R. 1992. Where should nature reserves be located in the Cape Floristic Region, South Africa? Models for the spatial configuration of a reserve network aimed at maximizing the protection of diversity. *Conservation Biology* 6:243–252.

Rebelo, A.G. 1994. Iterative selection procedures: Centers of endemism and optimal placement of reserves. *Strelitzia* 1:231–257.



Rosen, B.R. 1988. From fossils to earth history: applied historical biogeography. *In: Analytical Biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distribution* (Myers, A. A. & Giller, P.S., eds). p. 437-481.

Santos, A.M.M., Cavalcanti, D.R., Silva, J.M.C. Da, Tabarelli, M. 2007. Biogeographical relationships in northeastern Brazil. *Journal of Biogeography* 34:437–446.

Scudeller, V.V., Martins, F.R., Shepherd, G.J. 2001. Distribution and abundance of arboreal species in the Atlantic ombrophilous dense forest in Southeastern Brazil. *Plant Ecology* 152:185–199

Silva, J.M.C., Souza, M.C., Castelletti, C.H.M. 2004. Areas of Endemism for passerine birds in the Atlantic Forest, South America. *Global Ecology Biogeography* 13(1):85-92

Smidt, E.C., Silva-Pereira, V., Borba, E.L., van den Berg, C. 2007. Richness, Distribution and Important Areas to Preserve *Bulbophyllum* in the Neotropics. *Lankesteriana* 7 (1-2):107-113.

Smidt, E.C., Borba, E.L. 2007. *Bulbophyllums* in Brazil: Collection History and Distribution. *Orchids* 130-133.

Soderstrom, T.R., Judziewicz, E.J., Clark, L.G. 1988. Distribution patterns of Neotropical bamboos. *In: Proceedings of a workshop on Neotropical distribution patterns* (Vanzolini P.E. & Heyer W.R., eds.). Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. p.121–157.

Stehmann, J.R., Forzza, R.C., Salino, A., Sobral, M., Costa, D. P. Da, Kamino, L. H. Y. 2009. Plantas da Floresta Atlântica. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, p.516.

Swofford, D.L. 2002. PAUP: Phylogenetic analysis using parcimony and others methods, version 4.0b10. Sunderland: Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Mass. <http://paup.csit.fsu.edu/downl.html> (Acesso em 06/2012).

Tabarelli, M., Pinto, L.P., Silva, J.M.C., Hirota, M. & Bedê, L. 2005. Challenges and opportunities for biodiversity conservation in the Brazilian Atlantic Forest. *Conservation Biology* 19:695–700.

Toscano De Brito, A.V.L. 2007. A taxonomic revision of the genus *Phymatidium* (Orchidaceae: Oncidiinae). *Kew Bulletin* 62:529-560.

van den Berg, C., Martins, P.S. 1996. Biogeography of Brazilian Cattleyas: Geographic Distribution, Morphological Variability, Evolutionary and Taxonomic Consequences. 15<sup>th</sup> World Orchid Conference - Scientific Section.

Werneck, M.S., Sobral, M.E.G., Rocha, C.T.V., Landau, E.C., Stehmann, J.R. 2011. Distribution and Endemism of Angiosperms in the Atlantic Florest. *Brazilian Journal of Nature Conservation*. 9(2):188-193.

Tabela 1 – Estado de conservação das espécies do gênero *Phymatidium* segundo recomendações da IUCN (2010)

Espécie	Estado de conservação	Número de localidades
<i>Phymatidium aquinoi</i>	LC [B2a]	+ 10
<i>P. delicatulum</i>	LC [B2a]	+ 10
<i>P. delicatulum</i> var. <i>curvisepalum</i>	LC [B2a]	+ 10
<i>P. geiselii</i>	EN [B2a]	- 5
<i>P. hysteroanthum</i>	LC [B2a]	+ 10
<i>P. falcifolium</i>	LC [B2a]	+ 10
<i>P. limae</i>	CR [B2a]	= 1
<i>P. mellobarretoii</i>	LC [B2a]	+ 10
<i>P. microphyllum</i>	VU [B2a]	- 10
<i>P. microphyllum</i> var. <i>herteri</i>	LC [B2a]	+ 10
<i>P. vogelli</i>	CR [B2a]	= 1

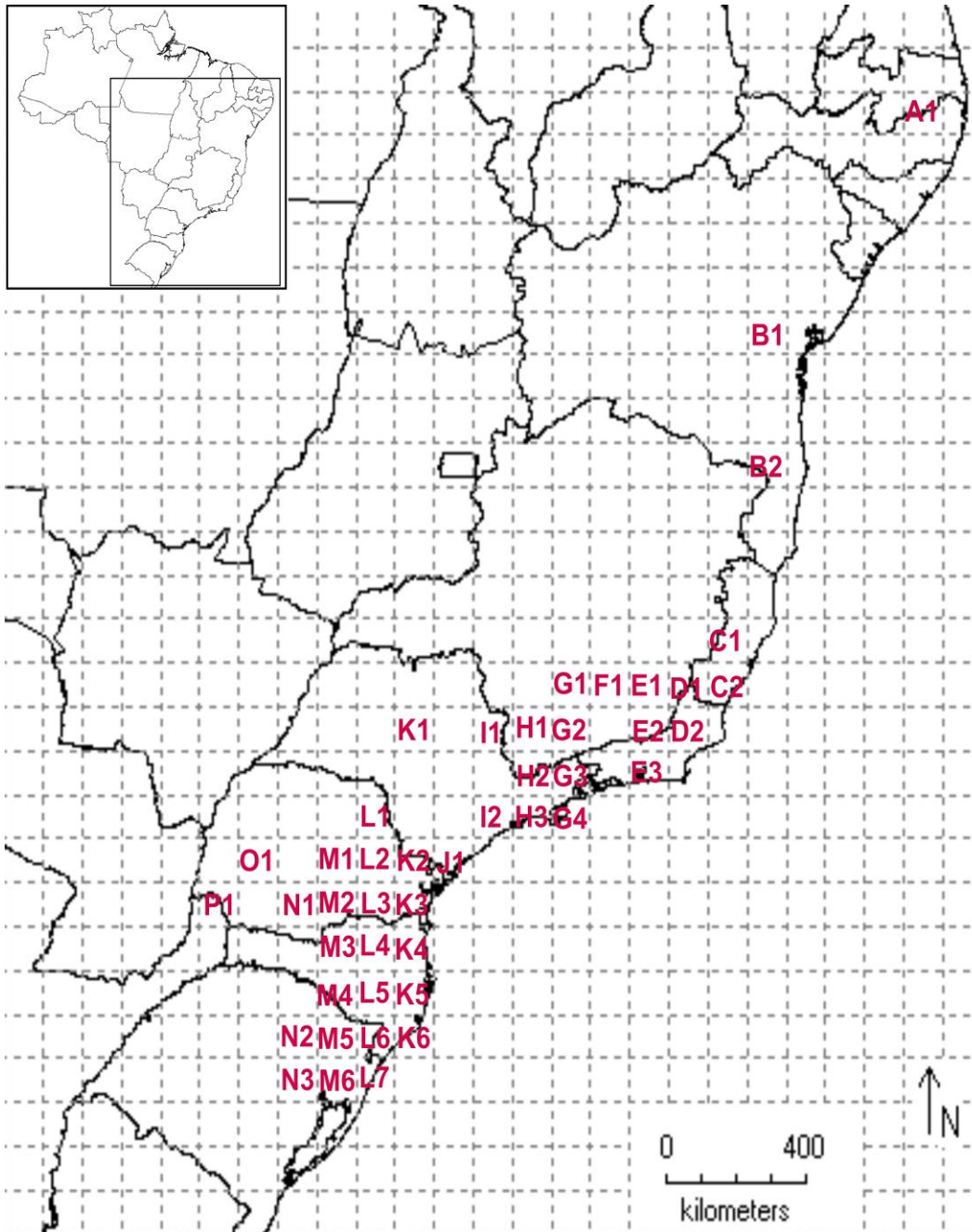


Figura 1- Mapa da distribuição do gênero *Phymatidium*, dividido em quadrículas para análise PAE.



Figura 2 – Distribuição do gênero ao longo da Floresta Atlântica.

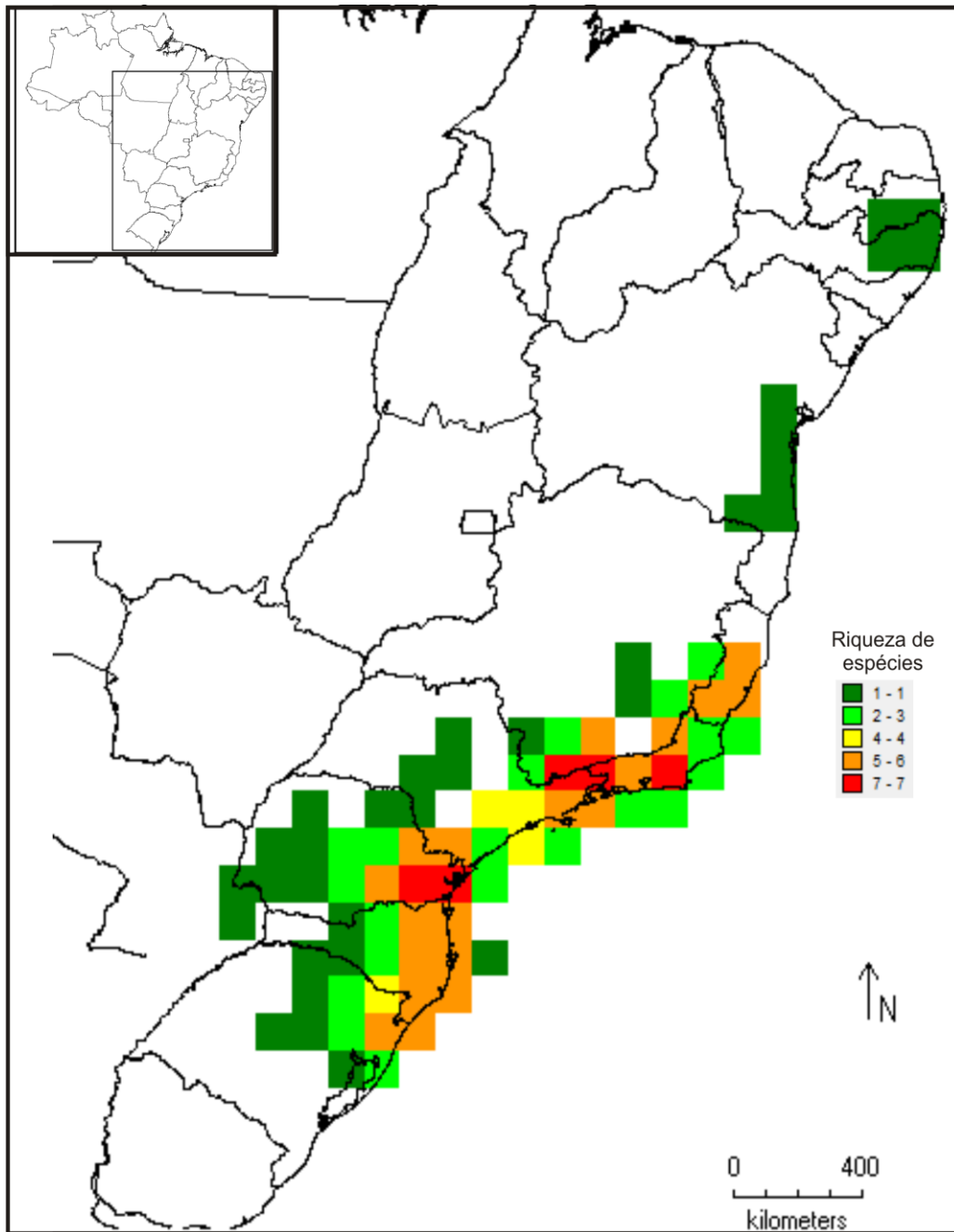


Figura 3 – Riqueza de *Phymatidium* em quadrículas 1°x1°.

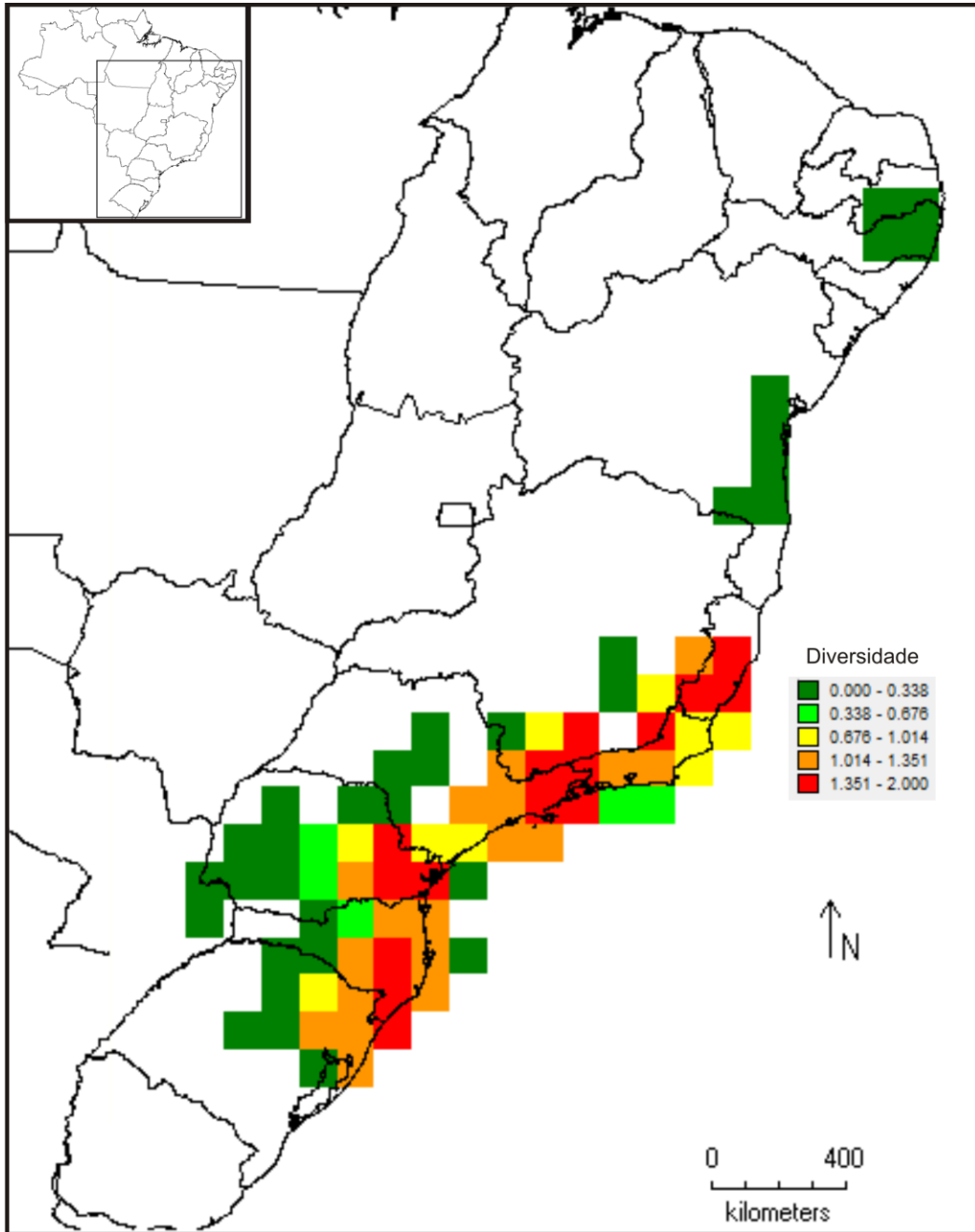


Figura 4- Diversidade de *Phymatidium* calculada pelo índice de Shannon em quadrículas de 1°x1°.

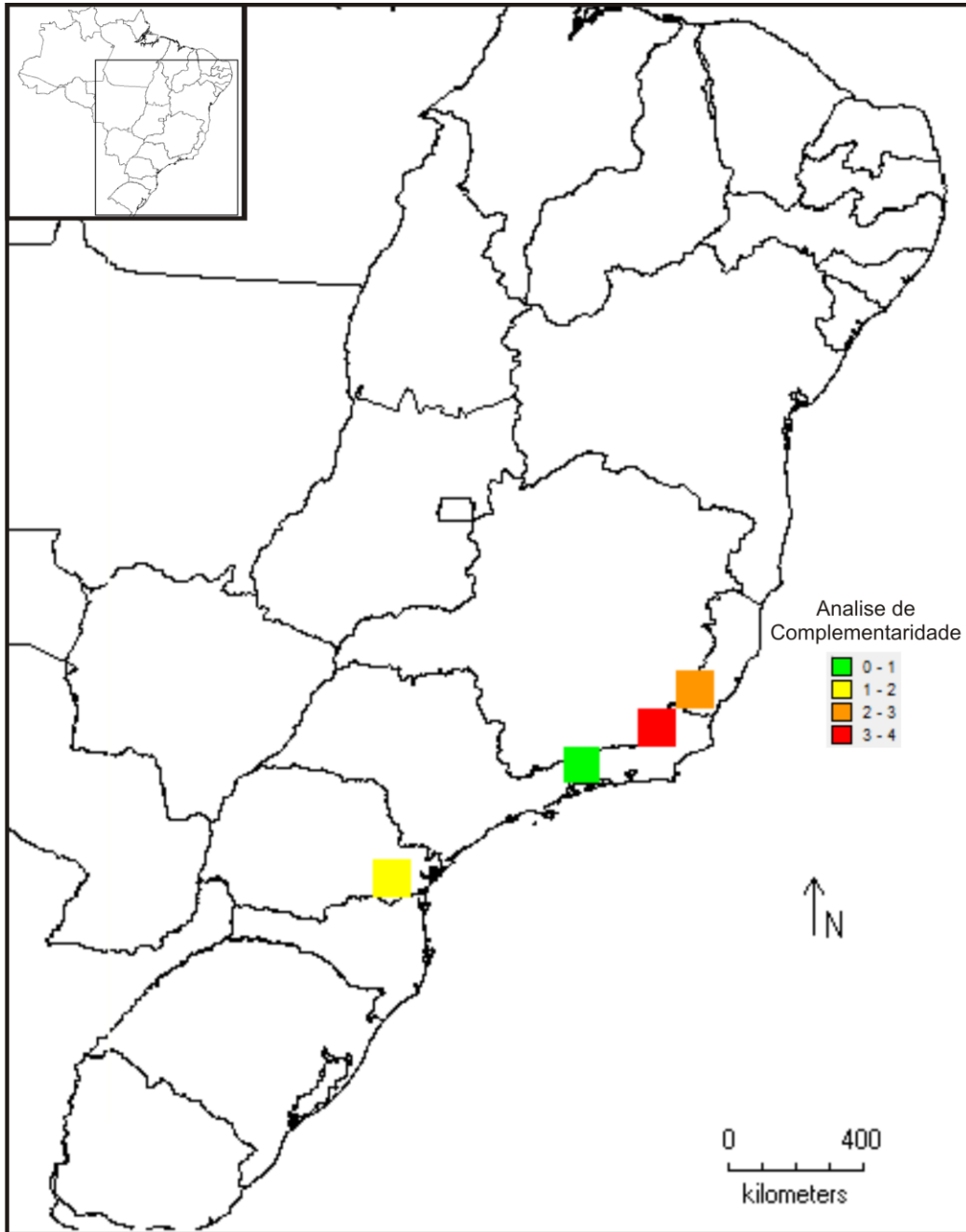


Figura 5 – Áreas complementares prioritárias para conservação de todas as espécies do gênero em ordem decrescente.



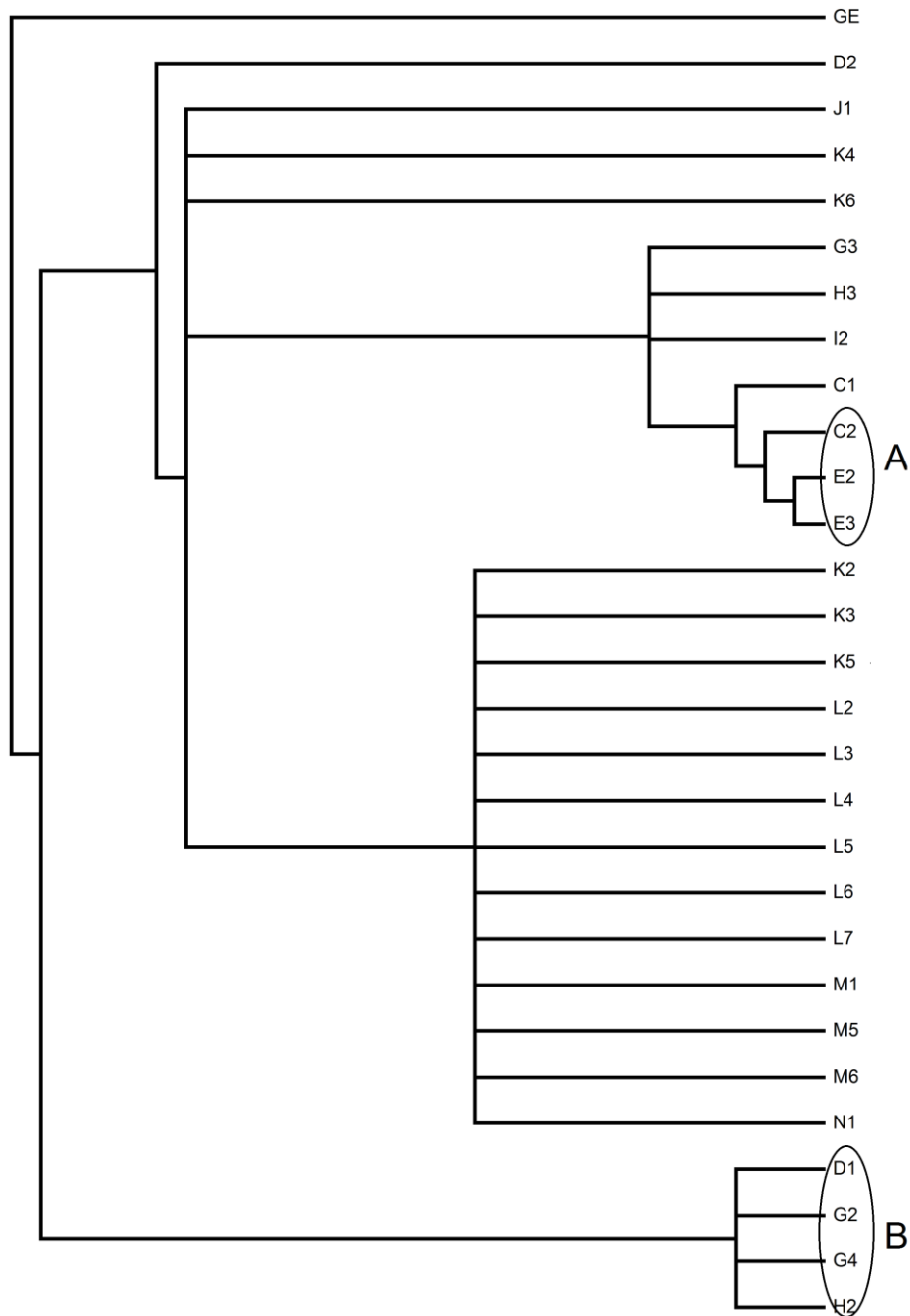


Figura 6 – Árvore de consenso estrito indicando as áreas endêmicas para o gênero. IC= 0,333 e IR= 0,685

## **APÊNDICES**

## Apêndice 1- Coletores e números das exsicatas consultadas para análises.

***Phymatidium delicatulum*** - A.C. Cervi 4066; A.C. Cervi & O. Guimaraes 6456; A. Dunaiski Jr 3251; A.E. Johnson 316; A. Korte & A. Kniess 706; A. Korte & A. Kniess 1719; A. Korte 6000; A.L.S. Gatti et al. 258; Ames 108; Ana C.S.F. et al. 39; Andrade-Lima 7277; A.O.S. Vieira s.n.(FUEL 429); A.R.S. Vaz et al. s.n. (FUEL 17424); A. Stival-Santos et al. 1493; A. Stival-Santos et al. 1498; A. Stival-Santos et al. 1819; Azevedo 131 & Toscano de Brito s.n.; Bonaldir 339; Brade 5063; Brade s.n. (HB; AMES); Brade s.n. (HB); Brade s.n. (HB); Brade s.n. (HB); Burchell 4309; Burchell 4451; C.A. Royer 15; C.A. Royer 16; C.A. Royer 17 & M. Bornschein; C.L. Schiochet s.n.(HUCP 8620); C. van den Berg 1955; D.F. Lima 345; D.F. Lima 346; Dombrowski 3257 & Kuniyoshi 2635; Dusén 777; Dusén 3521; Dusén 9245; Dusén 11386; Dusén 13600; Dusén 13870; Dusén 14452; Dusén 14456; Dusén 16734; Dusén s.n.(S); Dusén s.n. (S); Dutra 1029; Dutra 1051; Dutra 1130; E.C. Smidt 961; E.C. Smidt 965; E.C. Smidt 1068; F.E. Carneiro s.n. (FURB 33686); Ferreira 1716; F.G. Braga et al. s.n. (UPCB 42596); Fischer (Langsdorff s.n.) (K); Gevieski 9; G. Hatschbach 1388; G. Hatschbach 9486; G. Hatschbach 9543; G. Hatschbach 10865; G. Hatschbach 13390; G. Hatschbach 13911; G. Hatschbach et al. 15578; G. Hatschbach 16011; G. Hatschbach 17963; G. Hatschbach 18516; G. Hatschbach 23385; G. Hatschbach 25465 & O. Guimaraes; G. Hatschbach 29134; Hans 319; Hans 332; Hans s.n.(R); Henz s.n. (PACA); H.M. Filho 398; Hoehne s.n. (SP); Hoehne s.n. (SP); J.L. Schmitt et al. 1427; J.L. Waechter 239; J.L. Waechter 681; J.M. Pinheiro s.n. (MBM 281595); J. Sonehara 28; K. Hagenlun 9853; Kautsky 185; Kirizawa & Lopes 2126; Klein 1156; Klein & Bresolin 10719; Klein & Bresolin 10865; Kuhlmann s.n. (SP); Kuhlmann s.n. (SP); Langsdorff s.n. (K); Langsdorff s.n. (S); L.C.F. Rocha et al. 74; Leinig 420; Leite 4078; Loeffgren, Comiss. Geogr. Geol. São Paulo 1955; M. Borgo & S.M. Silva 647; M.E. Engels 154 & J.M.T. de Souza; M.E. Engels 234; M.E. Engels et al. 587; M.E. Engels et al. 588; M.E. Engels et al. 589; M.E. Engels et al. 590; M. Reginato 218; O.S. Ribas et al. 994; P. Brack 451; Pereira 7935; Pereira 8778 & Pabst 8053; Pereira 8803 & Pabst 8078; Pereira s.n. (HB); Pickel s.n. (SP); P. Liebsch 147; Prescott s.n. (K); Rambo s.n. (PACA, B); Rambo & Dutra 1811; Reitz & Klein 1162; Reitz & Klein 1560; Reitz & Klein 5729; Reitz & Klein 6525; Reitz C2164; R. Negrelle & C. Londero A-769; Rohr 2063-A; Rohr 2289; Rossato et al. s.n. (HUCS, US); Saito 1249 & Kuniyoshi 26; Schwacke 1348; Straube F. 31 & Persson V.G. 11; Toscano de Brito 688; Toscano de Brito et al. 2434; Theissen 665; Ule 236; Ule 874; Usteri s.n. (SP); Weir 482; Weir 497; V. Ariati 594; V. Bachmann s.n. (FURB 8733);

***Phymatidium delicatulum* var. *curvisepalum*** - A. Korte & A. Kniess 688; A. Korte & A. Kniess 1267; Bertocini et al. 750; Bertocini et al. 759; Bertocini et al. 784; Bonifácio 2239; Brade 7554; Custódio Filho 2168; E.C. Smidt 1051; Garcia 1645 & Alonso s.n.; G. Hatschbach 509; G. Hatschbach 8448; G. Hatschbach 13133; G. Hatschbach 43272; G. Hatschbach 45646; Hoehne s.n. (SP); Izumisawa et al. 102; J.C.J. 001; J.M. Silva et al. 2019; Leinig 267; M.E. Engels 237; M.G. Caxambu 105; M. Reginato 591; M.T. Shirata 4201; P.R.P. de Andrade s.n. (MBM 297891); Reitz & Klein 10413; R. Goldenberg 508; R. Kersten 714; R. Kersten 1240; R. Kummrow 1582; T.J. Cadorin et al. 317; Toledo Jr. s.n.(RB).

***Phymatidium geiselii*** - A. Bonnet & E. Cagliioni 127; Albuquerque et al. s.n.( MBML 6220); Dungs s.n. (HB); Dungs s.n. (HB); G. Heringer et al. 295; Glaziou 3633; I.R. Martins da Costa et al. 147; Kautsky s.n. (HB); L. Krieger et al. 24050.

***Phymatidium hysteroanthum*** - Abendroth P-127; A. Hoffman s.n. (MBML 1231); Barros 258; Berla s.n. (R); Brade 8072 & Toledo s.n.; Brade 14001; Dungs s.n. (HB); Edwall s.n. (BR); Egler 52; Flaster 47; Gardner 644; G. Hatschbach et al. 65222; Glaziou 14294; Glaziou s.n. (BR); Góes & Dionísio 1127; Gounelle s.n. (G); Handro s.n. (SP); Hoehne 240; Hunnewell

s.n. (AMES); Hunnewell 9870; Hunnewell 18483; J. Rossoni 494 & E. Bausen; Kirizawa et al. 1026; Kirizawa et al. 1031; Kirizawa & Lopes 1874; Kuhlmann s.n. (SP); L. Kollmann 4468; L. Kollmann et al. 8285; Moura 2; Moura 101; Moura 411; Pirani & Yano 793; Saldanha s.n. (R); Miers s.n. (US, K); Schenck 2645; Schwacke s.n. (R); Schwacke 4310; Schwacke 8699; Sick s.n. (HB); Sem coletor (AMES); Spannagel 10; Toscano de Brito 402 & Kautsky s.n.; Warren 93/8; V. Ariati et al. 424; Vauthier 381; Velloso 181; Vidal II-5609.

***Phymatidium microphyllum*** - Dusén p.p.733; E.C. Smidt 1050; G. Hatschbach 5396; G. Hatschbach 10871; G. Hatschbach 33631; G. Hatschbach & O.S. Ribas 79954; J.M. Silva & J.M. Cruz 1595; L.C.P. Lima et al. 547; L.F. Ferreira 198; Lindberg 543; M.E. Engels 139; M.E. Engels 235; Mosén 742; Regnell 1169.

***Phymatidium microphyllum* var. *herteri*** - A.C. Cervi 3064 & O.S. Ribas; Bercker s.n. (HB); Buck s.n. (PACA); C. Kocziński 81; Dusén 13878; G. Hatschbach 2245; G. Hatschbach et al. 13561; G. Hatschbach et al. 13856; G. Hatschbach 16093; G. Hatschbach 21304; G. Hatschbach 21177; Gliesch s.n. (PACA); Gurgel— Instituto de Química 14641; J. Klein 55; J.L. Waechter 1225; J.L. Waechter 1575; M. Rossato & R. Wasum 17; Pabst 587; Rambo s.n. (PACA); R. Bueno s.n. (ICN 51855); Reitz 5490; Reitz & Klein 10811; Reitz & Klein 10828; Richter s.n. (HB); Richter s.n. (HB); Richter s.n. (HB); R. Kersten 611; Smith & Klein 11290; T.J. Cadorin et al. 1493; Toscano de Brito 2413.

***Phymatidium aquinoi*** - Abendroth P-67; A.P. Fontana et al. 5860; C.N. Fraga et al. 2000; D.F. Lima 343; Duarte 4673 & Pereira s.n.; Dusén 10183; Frank s.n. (PACA); Frank s.n. (HB); G. Hatschbach 6674; G. Hatschbach 23331; G. Hatschbach 28593; J.A.N. Batista et al. 2578; J. Cordeiro 390 & G. Hatschbach; J. Klein 177; J.L. Schmitt et al. 782; J.L. Schmitt et al. 1108; J.L. Waechter 1812; J.L. Waechter 1956; J.M. Silva & O.S. Ribas 6338; K. Kleebank 13; Leitman et al. 272; L. Kollmann 6527; L. Kollmann et al. 10750; M.E. Engels 230; M. Sobral (ICN 47435); Nelz s.n. (HB); Pabst 5618; Reitz & Klein 5933; Reitz & Klein 6320; Richter 809; Richter s.n.(HB, RB); Richter s.n. (HB); Ruschi 6210; T.J. Cadorin et al. 814; Toscano de Brito 190; Toscano de Brito 279; Toscano de Brito 960.

***Phymatidium limae*** - Santos Lima s.n. & Brade 13335.

***Phymatidium mellobarretoii*** - A.L. Gasper et al 2703; Brade 15687; Brade 17249; Brade 18995 & Araújo s.n.; Brade 20626; Brade 20906; Castellanos s.n. (HB); E.C. Smidt 1028; Emmerich s.n. (R); I.R. Martins da Costa et al.147; J. Meirelles et al. 436; L. Echternacht & R.C. Mota 982; L. Echternacht & R.C. Mota 1019; Lutz s.n. (R); Mello Filho 4086 & Emmerich 4273; Miller s.n. (K); Pabst 345; M. Magalhães 2849; P.L. Viana et al. 3921; R. Fernandes et al. 769; S. Vianna 2801; Sucre et al. 2877; Sucre et al. 3039; Toscano de Brito et al. 292.

***Phymatidium vogelii*** - Vogel 806.

***Phymatidium falcifolium*** - Abendroth P-128; A. Dziewa 140; A. Korte & A. Kniess 4116; A.L. de Gasper et al. 2206; A.M. Amorim et al. 4350; A.M. Amorim et al. 5415; A.Y. Mochinski 206 & M.B. Scheer; Beyrich s.n. (K); Bonaldir 296; Brade 7555; Brade 8073; Brade 15076; Brade 17162; Brade 17532-A; Burchell 3692; Burchell 3728-2; C.N. Fraga et al. 2015; Diogo 791; Duarte 4661 & Pereira s.n.; Dusén 722; Dusén 11778; Dusén 11778-A; Dusén 14301; E. Barbosa & J. Cordeiro 60; E. Barbosa et al. 905; E.C. Smidt 1025; E. Caglioni et al. 162; E. Caglioni 175 & C. Signorelli; Edwall, Comiss. Geogr. Geol. São Paulo 4038; Eiten & Eiten 2515; E. Lagasa 118; E. Lopes 09; Emmerich 44; Gardner 645; Gehrt s.n. (NY); G. Hatschbach 11060; G. Hatschbach et al.13415; G. Hatschbach 13447; G. Hatschbach 18606; G. Hatschbach 20923 & C. Kozicki; G. Hatschbach 23350; G. Hatschbach 37949; G. Hatschbach 59797 & E. Barbosa; G.P. Lewis et al. 1401; Handro s.n. (SP); Herter 97952 ; J.G. Jardim et al. 4964; J.L. Schmitt et al. 1107; J.M. Silva et al. 2251; J.R. Pirani & R. F. Garcia (SPF 94358); J. Schmitt 3200; Klein 2035; Klein & Bresolin 8185; Lima s.n.

(RB); L. Kollmann et al. 2962; Loefgren, *Comiss. Geogr. Geol. São Paulo* 3281; Lutz 1470; Lutz 1349; M.E. Engels 402; M.E. Engels 413; Miers 3475; Miers s.n.; M.K. Caddah et al. 761; Moura 54; Moura 87; Müller s.n. (R); M. Verdi et al. 1468; O.S. Ribas et al 5174; O.S. Ribas 1379 & L.B.S. Pereira; Pabst 8733; Pereira s.n. (HB); P.I.S. Braga et al 2480; Rambo s.n. (PACA); Rebello s.n. (HB); Reitz C412; Reitz 1060; Reitz 3699; R.M. Klein 7172; Rohr s.n. (PACA); Rohr s.n. (B); Rohr 2063; Ruschi 6210; Saldanha 6873; Sampaio 2062-B; Sampaio et al. 4063; Santos Lima s.n. & Brade1431; Schenck 379; Schenck 2916; Schreiner s.n. (R); Schwacke 58; Schwacke 4814; Schwacke 5506; Sohara s.n. (HB); Spannagel 59; Strang s.n. (HB); Sucre 2228 & Braga 86; Sucre 2249 & Braga 108; S. Vianna 722; T.J. Cadorin et al. 1163; T.J. Cadorin et al. 1218; T.J. Cadorin et al. 1351; T.J. Cadorin et al. 1775; T.J. Cadorin et al. 2047; T.J. Cadorin et al 2501; T.J. Cadorin et al. 2698; T.J. Cadorin & C.P.L. Oliveira 3217; Ule 4119; Usteri s.n. (K); Warren 85/21; Windisch s.n.(HB).

---

Apêndice 2- Matriz de áreas seguindo a sequência das espécies: *P. delicatulum* (1), *P. delicatulum* var. *curvisepalum* (2), *P. geiselii* (3), *P. hysternanthum* (4), *P. microphyllum* (5), *P. microphyllum* var. *herteri* (6), *P. aquinoi* (7), *P. limae* (8), *P. mellobarretoi* (9), *P. vogelii* (10) e *P. falcifolium* (11).

Áreas	Presença das espécies
	1 3 5 7 9 11
GE	0000000000
C1	00010010001
C2	10110010001
D1	00100000100
D2	00000001001
E2	00110010101
E3	10110010101
G2	00000010100
G3	11010000111
G4	00010000100
H2	10000000100
H3	10010000101
I2	11010000001
J1	10000000001
K2	11001010001
K3	11011110001
K4	10000000001
K5	11000110001
K6	10000000001
L2	10001010000
L3	11000100000
L4	10000100001
L5	01001110000
L6	10000110001
L7	10001100000
M1	10000010000
M5	10000110000
M6	10001110000
N1	10000100000

**CAPITULO III: O GÊNERO *PHYMATIDIUM* LINDLEY (ORCHIDACEAE:  
ONCIDIINAE) NO ESTADO DO PARANÁ**

(Artigo segundo normas da revista *Rodriguésia* - Revista do Jardim Botânico do Rio de Janeiro -  
<http://rodriguesia.jbrj.gov.br/>)

**O gênero *Phymatidium* Lindl. (Orchidaceae: Oncidiinae) no Estado do Paraná**

Carla Adriane Royer<sup>1,4</sup>, Antonio Luiz Vieira Toscano de Brito<sup>2</sup>, Eric de Camargo Smidt<sup>1</sup>

1. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Centro Politécnico, Jardim da Américas, Curitiba - PR, 81531-980. Caixa Postal: 19031, Brasil.

2. Marie Selby Botanical Gardens, 811. South Palm Avenue, Sarasota, FL 34236, Estados Unidos.

4. Autor para correspondência: carladriane@gmail.com

*Phymatidium* no estado do Paraná



**Resumo:** (O gênero *Phymatidium* Lindl (Orchidaceae: Oncidiinae) no Estado do Paraná, Brazil). A partir de consultas a herbários nacionais e estrangeiros, cinco espécies e duas variedades de *Phymatidium* foram encontradas no estado: *Phymatidium aquinoi*, *P. delicatulum*, *P.delicatulum* var. *curvisepalum*, *P. falcifolium*, *P. hysternanthum*, *P. microphyllum* e *P. microphyllum* var. *herteri*. O gênero distribui-se em 35 dos 399 municípios paranaenses, principalmente na Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista. Segundo os critérios da IUCN, a maioria das espécies encontra-se classificada na categoria vulnerável para o estado. *Phymatidium delicatulum* é a espécie mais comum, com maior número de coletas, e *P. hysternanthum* a espécie mais rara, com apenas duas coletas. Chave de identificação, descrições, ilustrações, dados sobre distribuição geográfica e conservação, e uma lista de materiais representativos são apresentados.

**Palavras-chave:** Biodiversidade, Flora do Paraná, Mata Atlântica, IUCN.

## Introdução

Orchidaceae Jussieu é uma família de monocotiledôneas pertencente à ordem Asparagales Bromhead (APG III 2009). Trata-se de uma das maiores dentre as Angiospermas, com 24.500 espécies e distribuição cosmopolita (Dressler 2005). Cinco subfamílias são reconhecidas: Apostasioideae, Vanilloideae, Cypripedioideae, Orchidoideae e Epidendroideae (Chase *et al.* 2003). De acordo com Barros *et al.* (2013), existem no Brasil cerca de 236 gêneros e 2440 espécies de orquídeas. Dentre as monocotiledôneas do estado do Paraná, a família Orchidaceae é a mais diversa, com cerca de 127 gêneros e 588 espécies (Barros *et al.* 2013).

O gênero *Phymatidium* Lindl. pertence ao grupo *Ornithocephalus* da subtribo Oncidiinae Benth., subfamília Epidendroideae. Foi estabelecido por Lindley em 1833, baseado em duas espécies, *P. falcifolium* Lindl. e *P. delicatulum* Lindl., este último selecionado como lectótipo por Toscano de Brito (2001).

Ao descrever *Phymatidium tillandsioides* (= *P. falcifolium*) em 1882, Barbosa Rodrigues registrou pela primeira vez uma espécie de *Phymatidium* para o Paraná. Baseando-se no mesmo material estudado por Barbosa Rodrigues, Cogniaux (1904) citou novamente a presença de *P. tillandsioides* para o estado. Pabst & Dungs (1977) listaram dez espécies de *Phymatidium* para o Paraná, mas alguns desses taxa são atualmente considerados sinônimos enquanto outros tratados como sinônimos são agora reconhecidos como espécies ou variedades válidas. Na recente revisão taxonômica do gênero *Phymatidium* (Toscano de Brito 2007), quatro espécies e duas variedades foram relatadas e documentadas como presentes em território paranaense. Essas mesmas espécies são também citadas por Barros *et al.* (2013).

*Phymatidium* consiste de 11 taxa (Toscano de Brito 2007, Toscano de Brito em prep.) restritas principalmente ao sudeste brasileiro (Toscano de Brito 2007). *Phymatidium delicatulum* encontra-se também registrada para a Argentina (Johnson 2001) e *P. falcifolium* para o Uruguai (Herter 1930).

Este trabalho teve como objetivo elaborar a monografia do gênero *Phymatidium* para o estado do Paraná, incluindo descrições, chave de identificação, ilustrações e comentários sobre as espécies.

## **Material e Métodos**

Análises morfológicas foram feitas estudando-se exsiccatas obtidas dos herbários AMES, BHCB, C, F, FUEL, FURB, HB, HCF, HUCP, HUEFS, HUPG, ICN, K, MBM, MBML, MO, NY, PACA, R, S, SP, SPF e UPCB, (acrônimos segundo Holmgren *et al.* 1990), e complementadas com materiais coletados em campo. A terminologia morfológica adotada foi baseada em Harris & Harris (1994), Stern (2004) e Gonçalves & Lorenzi (2011). A abreviação dos autores de cada táxon está de acordo com Brummitt & Powell (1992). Para a padronização das descrições foi utilizado o programa DELTA (Dallwitz *et al.* 2011). Os sinônimos aceitos neste trabalho estão de acordo com a revisão taxonômica proposta por Toscano (2007). A distribuição geográfica dos taxa no estado do Paraná foi plotada sobre mapa delimitado por quadrículas de 1°×1° através do programa DIVA-GIS 7.5 (Hijmans *et al.* 2012). O estado de conservação de cada táxon foi inferido seguindo as recomendações do sistema IUCN (2010).

A descrição dos habitats ocupados pelas espécies foi baseada nas cinco regiões ou zonas de paisagens naturais reconhecidas para o estado (Maack 1968): Litoral, Serra do Mar, Primeiro, Segundo e Terceiro Planaltos. Nestas são encontrados cinco tipos de

vegetação (Veloso *et al.* 1991): 1. Floresta Ombrófila Densa, no litoral e Serra do Mar, com os subtipos de floresta Altomontana (acima de 1.000 m), Montana (400-1.000 m), Submontana (30-400 m) e de Terras Baixas (até 30 m), além de formações associadas (refúgios ou campos de altitude; formações pioneiras ou restinga e mangue); 2. Floresta Ombrófila Mista, nas regiões mais altas ao sul da região planaltina; 3. Estepe Ombrófila (Campos Gerais) nas mesmas regiões; 4. Floresta Estacional Semidecidual Subxérica (norte e oeste do Segundo e Terceiro Planaltos); 5. Savana Estacional Subxérica (Cerrado), no nordeste do estado.

## **Resultados e Discussão**

*Phymatidium* Lindl., Gen. Sp. Orchid. Pl., 209. 1833.

Plantas epífitas, monopodiais. Raízes glabras ou papilosas. Rizoma ausente. Caule inconspícuo, raramente alongado, coberto pela bainha das folhas. Pseudobulbo ausente. Folhas espiraladas, sem pecíolo, não-articuladas, unifaciais, ensiformes a linear-subuladas, torcidas, teretes, semi-teretes ou subtriangulares em corte transversal, raramente bifaciais e dorsiventrais, brevemente invaginantes e decurrentes na base, agudas ou acuminadas, verde-pálidas. Inflorescência axilar, racemosa, pauci a multiflora, glabra ou papilosa; brácteas subuladas, glabras. Flores ressupinadas ou não, as sépalas, pétalas, labelo e coluna brancos, pedicelo glabro ou papiloso, ovário angular ou carenado. Sépalas livres, agudas a obtusas, a dorsal geralmente levemente côncava, as laterais comumente falcadas e oblíquas; margens inteiras. Pétalas semelhantes às sépalas, usualmente suboblíquas; margens inteiras. Labelo séssil ou largo-unguiculado, inteiro ou obscuramente trilobado, agudo a obtuso; disco provido de calo geralmente

verde, raro quase totalmente branco, carnosos, côncavos, glandulares; margens inteiras, erosas ou denticuladas. Coluna usualmente sigmóide, ventralmente sulcada, geralmente auriculada no ápice; rostelo inteiro, muito curto ou conspícuo; cavidade estigmática pequena e basal, raro conspícua; base da coluna estendida em tábula infraestigmática verde, raro quase totalmente branca, intumescida e carnosa, raramente ausente; antera terminal prolongada em bico curto ou longo; polínias 4, em pares superpostos, desiguais, mais ou menos ovóides; viscídio ovado a elíptico. Fruto pedicelado, subgloboso e carenado.

Foram analisadas 155 exsicatas coletadas em 35 municípios do estado, todos pertencentes ao Bioma Mata Atlântica.

Cinco espécies e duas variedades são aqui aceitas como ocorrentes no Paraná: *Phymatidium aquinoi* Schltr., *Phymatidium delicatulum* Lindl., *Phymatidium delicatulum* var. *curvisepalum* Toscano, *P. falcifolium* Lindl., *P. hysternanthum* Barb. Rodr., *P. microphyllum* (Barb. Rodr.) Toscano e *P. microphyllum* var. *herteri* (Schltr.) Toscano.

### **Chave de identificação para as espécies e subespécies de *Phymatidium* ocorrentes no estado do Paraná**

1. Folhas bifaciais, formando um “V” em corte transversal ..... 4. *P. falcifolium*
- 1'. Folhas unifaciais, variáveis em corte transversal: teretes, semi-teretes ou subtriangulares ..... 2
  2. Coluna desprovida de tábula infraestigmática ..... 1. *P. aquinoi*
  - 2'. Coluna provida de tábula infraestigmática ..... 3

3. Aurículas da coluna glabras ou apenas obscuramente papilosas ..... 4
4. Sépalas laterais fortemente reflexas; antera prolongada em bico longo pelo menos três vezes mais longo do que a maior largura da antera ..... 5. *P. hysteroanthum*
- 4'. Sépalas laterais patentes ou curvadas para frente; antera prolongada em bico curto, no máximo ca. duas vezes mais longa do que larga ..... 5
5. Sépalas e pétalas patentes ..... 6. *P. microphyllum*
- 5'. Sépalas laterais e pétalas curvadas para frente .....  
..... 7. *P. microphyllum* var. *herteri*
- 3'. Aurículas da coluna distintamente papilosas ..... 6
- 6'. Sépalas laterais e pétalas patentes . ..... 2. *P. delicatulum*
6. Sépalas laterais e pétalas curvadas para cima .....  
..... 3. *P. delicatulum* var. *curvisepalum*

1. *Phymatidium aquinoi* Schltr. Feddes Repert. Spec. Nov. Regni Veg. Beih, 101. 1925.

Figura 1 A-C

Planta 19–23 mm alt. Raízes glabras. Folhas 10–24 x 0,7–0,9 mm, unifaciais, teretes a subtriangulares, agudas. Inflorescência 52–95 mm compr., glabra; brácteas 6–7 x 0,5–1 mm. Flores com pedicelo obscuramente papiloso e ovário angular. Sépala dorsal 3,1–4 x 0,8–1 mm, oblongo-lanceolada ou ovado-lanceolada, patente, aguda. Sépalas laterais 2,8–4 x 0,8–1 mm, oblongo-lanceoladas, onduladas, patentes, agudas. Pétalas 3–4 x 0,9–1,1 mm, oblongo-lanceoladas, onduladas, patentes, agudas; face adaxial com pequena calosidade central, elevada, situada mais ou menos entre o meio e a base. Labelo 3–5 x 1–1,5 mm, inteiro, ovado-lanceolado, um pouco ondulado, agudo;

margens inteiras; disco com calosidade branca, ovado a arredondado, com o ápice verde, bidentado. Coluna 2–2,9 mm compr., fortemente sigmóide, minutamente auriculada ao nível do rostelo, triangulares quando explanadas, glabras; rostelo relativamente longo, deflexo; cavidade estigmática conspícua, ovada; desprovida de tábula infrastigmática; antera prolongada em bico conspícuo e estreito, bidentada próximo ao ápice; polinário com estipe caudado-espatulado, não bifurcado, obtuso na região de inserção das polínias, viscido ovado.

**Material examinado:** BRASIL: Paraná: Campina Grande do Sul, Jaguatirica, 22.I.1960, fl., *G. Hatschbach 6674* (MBM). Carambeí, Catanduva de Fora, 04.I.2011, fl., *M.E. Engels 230* (HUPG). Guaratuba, Colônia Limeira, 29.XII.1971, fl., *G. Hatschbach 28593* (MBM). Ipiranga, 01.IX.1910, fl., *P. Dusén 10183* (S). Morretes, Estrada da Graciosa, Rio Grota Funda, 05.II.2008, fl., *J.M. Silva & O.S. Ribas 6338* (MBM). Paranaguá, Pico Torto, 15.I.1970, fl., *G. Hatschbach 23331* (MBM). São José dos Pinhais, Colônia Santos Andrade, 11.XII.1986, fl., *J. Cordeiro & G. Hatschbach 390* (MBM).

**Distribuição geográfica e habitat** (Figura 2-A): *Phymatidium aquinoi* é encontrado em sete municípios paranaenses. Habita a Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista e Estepe Gramíneo Lenhosa. Ocorre também nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo (Toscano de Brito, 2007).

**Estado de Conservação:** Segundo os critérios da IUCN (2010), *P. aquinoi* se enquadra na categoria vulnerável (VU B2a), pois é encontrado em menos de dez localidades no estado.

**Observações:** Dentre as espécies presentes no estado do Paraná, *Phymatidium aquinoi* é facilmente reconhecida por suas sépalas e pétalas onduladas, pela coluna fortemente

sigmóide e desprovida de tábula infraestigmática, e pela antera prolongada em bico conspícuo e agudo. Floresce entre setembro e maio.

**2. *Phymatidium delicatulum*** Lindl. Gen. Sp. Orchid. Pl., 210. 1833.  $\equiv$ *Phymatidium myrtophilum* Barb. Rodr. Gen. Sp. Orchid. Nov. 229. 1882.  $\equiv$ *Phymatidium paranaense* A. Samp. Plant. Nov. vel min. cog. 59, t. 2.1916.

Figura 1 D-G

Planta 12–22 mm alt. Raízes glabras. Folhas 9–15 x 0,7–1 mm, unifaciais, teretes a subtriangulares, agudas. Inflorescência 30–54 mm compr., glabra; brácteas 2,3–5 x 0,3–0,9 mm. Flores com pedicelo papiloso e ovário angular. Sépala dorsal 2–3 x 0,2–0,7 mm, ovada, ovado-triangular ou oblongo-lanceolada, patente, aguda. Sépalas laterais 2,3–3 x 0,5–0,8 mm, ovada a oblongo-lanceoladas, patentes, agudas. Pétalas 2,1–2,9 x 0,8–1 mm, ovado-lanceoladas a oblongo-lanceoladas, patentes, agudas. Labelo 2,7–3,5 x 2,1–3 mm, levemente trilobado, largamente unguiculado, cordiforme ou ovado-lanceolado, agudo; margens irregulares, erosas, sobretudo na região mediana; disco provido de calosidade verde, subquadrada a ligulada. Coluna 1–2,1 mm compr., levemente arcada a algo levemente sigmóide, auriculada na região apical, as aurículas ovadas quando explanadas, distintamente papilosas; rostelo curto, curvado para frente; cavidade estigmática pequena, ovada; tábula infraestigmática crassa, geralmente obovóide ou subglobosa; antera prolongada em bico curto, levemente emarginado e flanqueado por um par de pequeníssimos dentes; polinário com estipe ovado-cuneado, não bifurcado, truncado na área de inserção das polínias, viscídio subelíptico.

**Material examinado:** BRASIL: Paraná: Sem localização precisa, s.d., fl., *Lange 7894* (HB - coleta misturada com *P. microphyllum*); *P. Dusén 13878* (S - coleta misturada com *P. microphyllum* var. *herteri*). Adrianópolis, Parque Estadual das Lauráceas,



11.I.2000, fl., *F.G. Braga et al. s.n.* (UPCB 42596). Alexandra, 24.III.1967, fl., *H.M. Filho* 398 (UPCB); 9.XI.1969, fl., *Leinig* 420 (HB). Antonina, 20.II.1965, fl., *Saito* 1249 & *Kuniyoshi* 26 (HB); 27.II.1966, fl., *G. Hatschbach* 13911 (MBM, HB); Estrada Cacatu-Serra Negra, 18.II.1967, fl., *G. Hatschbach* 16011 (MBM); Reserva Biológica de Sapitanduva, 17.III.1993, fl., *A.C. Cervi* 4066 (UPCB); SPVS – Reserva do Rio Cachoeira, 29.I.2010, fl., *M.E. Engels & J.M.T. de Souza* 154 (HUPG); SPVS – Reserva do Rio Cachoeira, 01.V.2012, fl., *C.A. Royer* 16 (UPCB). Balsa Nova, Serra Santa Ana, 13.XI.1969, fl., *G. Hatschbach* 23385 (MBM). Capão Grande, 25.I.1910, fl., *P. Dusén* 9245 (S). Carambeí, Catanduva de Fora, 11.XI.2009, fl., *M.E. Engels* 139 (HUPG); Alto Carambeí, 13.XII.2010, fl., *M.E. Engels* 234 (HUPG). Castro, Nascentes do Rio São José, 13.XII.2010, fl., *M.E. Engels* 235 (HUPG). Guarapuava, Águas, Santa Clara - Rio Jordão, 16.XI.1963, fl., *Pereira* 7935 (HB). Guaraqueçaba, Rio do Cedro, 30.I.1968, fl., *G. Hatschbach* 18516 (MBM, NY, HB); Rio do Costa, 09.II.1972, fl., *G. Hatschbach* 29134 (MBM); Salto Morato, 03.XII.1997, fl., *A.C. Cervi & O. Guimarães* 6456 (UPCB); Reserva Natural Salto Morato, Trilha da Figueira, 02.XII.1998, fl., *A.L.S. Gatti et al.* 258 (UPCB); Parque Nacional do Superagui, 11.II.2013, fl., *L.C.F. Rocha* 107 (UPCB). Guaratuba, 31.I.1912, fl., *P. Dusén* 13600 (S); Rio da Divisa, 14.XII.1963, fl., *G. Hatschbach* 10865 (MBM); Pedra Branca de Araraquara, 30.XII.1965, fl., *G. Hatschbach* 13390 (UPCB); Rio da Praia, 31.XII.1966, fl., *G. Hatschbach et al.* 15578 (MBM); II.2012, fl., *C.A. Royer & M. Bornschein* 17 (UPCB). Jacareí, 12.II.1912, fl., *P. Dusén* 13870 (S, HB, NY, AMES); 21.II.1914, fl., *P. Dusén* 14452 (S, K, F, NY, AMES, MO). Jaguariaiva, Rio Samambaia, 18.XI.1970, fl., *G. Hatschbach & O. Guimarães* 25465 (MBM). Ipiranga, 9.II.1904, fl., *Dusén* 3521 (R); 23.II.1911, fl., *P. Dusén* 11386 (S); 15.I.1914, fl., *P. Dusén* 14456 (S). Matinhos, Cabaraguara, 01.I.1988, fl., *F. Straube* 31 & *V.G. Persson* 11 (MBM); Parque Estadual

do Rio da Onça, 09.IV.2004, fl., *J. Sonehara 28* (MBM). Morretes, Estrada para Barrerro, 18.II.1985, fl., *A.O.S. Vieira s.n.* (FUEL 429). Passa Sete, 12.II.1971, fl., *Dombreowski 3257 & Kuniyoshi 2635* (HB). Paranaguá, Morro Ai Jesus, 24.XI.1967, fl., *G. Hatschbach 17963* (MBM); Tinguçu, 31.III.2008, fl., *Bonaldir 339* (HUCP). Piên, Campina dos Crispim, 05.XII.1962, fl., *G. Hatschbach 9543* (MBM, HB). Piraquara, Rio do Corvo, Picado Mãe Catira, 01.V.1949, fl., *G. Hatschbach 1388* (MBM); Mananciais da Serra, III.2005, fl., *M. Reginato 218* (UPCB). Pontal do Sul, XII.2009, fl., *E.C. Smidt 961* (UPCB). Quatro Barras, Rio Capivari, 26.XI.1962, fl., *G. Hatschbach 9486* (MBM). Rio Branco do Sul, Mato Bom, 02.XII.2006, fl., *A. Dunaiski Jr 3251* (MBM). São José dos Pinhais, Chácara Poço Branco, 14.IX.2012, fl., *L.C.F. Rocha et al. 74* (UPCB). Telemaco Borba, Usina Hidrelétrica de Mauá, XI.2011, fl., *V. Ariati 594* (UPCB). Terezina, 21.I.1911, fl., *P. Dusén 11164* (S). Tibagi, Salto Santa Rosa, 04.XI.94, fl., *Ana C.S.F. et al. 39* (FUEL); Floresta do Salto Santa Rosa, 27.X.1995, fl., *A.R.S. Vaz et al. s.n.* (FUEL 17424).

**Distribuição geográfica e hábitat** (Figura 2-B): *Phymatidium delicatulum* é encontrado em 25 municípios paranaenses. Habita a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Mista e a Estepe Gramíneo Lenhosa. Ocorre também nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia e Pernambuco (Toscano de Brito 2007, Barros *et al.* 2013), alcançando também a Província de Misiones na Argentina (Johnson, 2001).

**Estado de Conservação:** Segundo os critérios da IUCN (2010), *P. delicatulum* deve ser enquadrada na categoria pouco preocupante (LC), pois é encontrada em mais de dez localidades no estado.

**Observações:** *Phymatidium delicatulum* é reconhecida através de suas sépalas e pétalas patentes mais ou menos lanceoladas, assim como pelas aurículas da coluna marcadamente papilosas. Floresce de setembro a maio.

**3. *Phymatidium delicatulum* var. *curvisepalum*** Toscano. Kew Bulletin 62: 537. 2007.

Figura 1 H-J

Planta 12–22 mm alt. Raízes glabras. Folhas 8,8-19 x 0,7–1 mm, unifaciais, teretes a subtriangulares, agudas. Inflorescência 25-123 mm compr., glabra; brácteas 3,1-7 x 0,3–0,9 mm. Flores com pedicelo papiloso e ovário angular. Sépala dorsal 2,5–2,9 x 0,5–0,9 mm, ovada, ovado-triangular ou oblongo-lanceolada, patente, aguda. Sépalas laterais 2–3 x 0,5–0,9 mm, ovada a oblongo-lanceoladas, curvadas para cima, agudas. Pétalas 2,3–2,9 x 0,7–1 mm, ovado-lanceoladas a oblongo-lanceoladas, curvadas para cima, agudas. Labelo 3–3,8 x 2,5–3,5 mm, levemente trilobado, largamente unguiculado, cordiforme ou ovado-lanceolado, agudo; margens irregulares, erosas, sobretudo na região mediana; disco provido de calosidade verde, subquadrada a ligulada. Coluna 1,8–2 mm compr., levemente arcada a algo levemente sigmóide, auriculada na região apical, as aurículas ovadas quando explanadas, distintamente papilosas; rostelo curto, curvado para frente; cavidade estigmática pequena, ovada; tábula infraestigmática crassa, geralmente obovóide ou subglobosa; antera prolongada em bico curto, levemente emarginado e flanqueado por um par de pequeníssimos dentes; polinário com estipe ovado-cuneado, não bifurcado, truncado na área de inserção das polínias, viscidio subelíptico.

**Material examinado:** BRASIL: Paraná: Campina Grande do Sul, Campininha, 27.X.1946, fl., *G. Hatschbach* 509 (MBM). Colombo, Hotel Betânia, s.d., fl., *P.R.P. Andrade* s.n. (MBM 297891). Guaratuba, Rio da Praia, s.d., fl., *Leinig* 267 (HB).

Palmeira, Fazenda Santa Rita, 13.X.1982, fl., *G. Hatschbach 45646* (MBM). Piraquara, Campininha, 27.X.1946, fl., *Hatschbach 509* (MBM, RB, PACA); Serra Piramirim, 01.X.1997, fl., *J.M. Silva et al. 2019* (MBM); Parque dos Mananciais, 26.IX.2001, fl., *R. Goldenberg 508* (UPCB); Mananciais da Serra, 05.X.2001, fl., *R. Kersten 1240* (HUCP); Mananciais da Serra, 10.X.2003, fl., *M.G. Caxambu 105* (MBM, HCF); Haras Santo Antonio, 06.XI.2003, fl., *R. Kersten 714* (UPCB); Mananciais da Serra, X.2005, fl., *M. Reginato 591* (UPCB); Mananciais de Piraquara, 14.X.2010, fl., *M.E. Engels 237* (HUPG). Quatro Barras, Rio Taquari, 25.X.1979, fl., *J.C.J. 001* (HUCP); 4.XI.1980, fl., *G. Hatschbach 43272* (MBM); Colônia Japonesa, 31.X.1981, fl., *R. Kummrow 1582* (MBM, SP). São José dos Pinhais, Barro Branco, 11.XI.1965, fl., *G. Hatschbach 13133* (MBM, F, UPCB); Reserva Vossoroça, IX.2012, fl., *E.C. Smidt 1051* (UPCB). Tijucas do Sul, Vossoroça, 15.X.1961, fl., *G. Hatschbach 8448* (MBM); Lagoa – Lagoinha, 11.III.2000, fl., *M. T. Shirata 4201* (HUCP).

**Distribuição geográfica e habitat** (Figura 2-C): *Phymatidium delicatulum* var. *curvisepalum* é encontrado em oito municípios paranaenses. Habita a Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista e Estepe Gramíneo Lenhosa. Ocorre também nos estados de Santa Catarina e São Paulo (Toscano de Brito 2007).

**Estado de Conservação:** Segundo os critérios da IUCN (2010), *Phymatidium delicatulum* var. *curvisepalum* se enquadra na categoria vulnerável (VU B2a), pois é encontrado em menos de 10 localidades no estado.

**Observações:** Difere da variedade típica pela inflorescência geralmente mais longa e, sobretudo pelas sépalas laterais e pétalas marcadamente curvadas para cima. Floresce de setembro a março.

4- *Phymatidium falcifolium* Lindl. Gen. Sp. Orchid. Pl. 210. 1833.  $\equiv$  *Phymatidium tillandsioides* Barb. Rodr. Gen. Sp. Orchid. Nov., 228. 1882.

Figura 1 K-N

Planta 37–48 mm alt. Raízes glabras. Folhas 27–34 x 0,7–1 mm, bifaciais, conduplicadas, acuminadas. Inflorescência 44–61 mm compr., glabra, brácteas 2,1–3 x 0,5–0,7 mm. Flores com pedicelo glabro e ovário angular. Sépala dorsal 2–2,9 x 0,8–0,9 mm, oblongo-lanceolada ou elíptica, patente, aguda a obtusa. Sépala laterais 2,3–2,8 x 0,8–1 mm, ovado a oblongo-lanceoladas ou elípticas, patentes, agudas a obtusas. Pétalas 2,5–3 x 1–1,1 mm, oblongas, ovadas ou ovado-lanceoladas, patentes, agudas a obtusas. Labelo 1,8–2,9 x 1–2 mm, inteiro, oblongo, ovado ou obovado, obtuso; margens laterais deflexas, eroso-laceradas, margem frontal inteira, ondulada; disco provido de calosidade branca, ovada, cobrindo cerca de  $\frac{3}{4}$  do labelo. Coluna 0,7–1 mm compr., levemente arqueada, desprovida de aurículas no ápice; rostelo curto, curvado para frente; cavidade estigmática pequena, ovado-lanceolada; tábula infraestigmática crassa, trilobada em vista dorsal, a porção central verde reluzente, os lóbulos laterais mais claros, voltados para cima em forma de aurículas grandes intumescidas; antera prolongada em bico muito curto, sem dentes laterais próximo ao ápice emarginado; polinário com estipe cuneado, truncado na região de inserção das polínias, viscidio oblongo.

**Material examinado:** BRASIL: Paraná: Antonina, Cachoeira, 15.I.1976, fl., *G. Hatschbach* 37949 (MBM); Usina Hidrelétrica Parigot de Souza, 10.I.1994, fl., *G. Hatschbach & E. Barbosa* 59797 (MBM). Campina Grande do Sul, Serra da Igreja, Morro dos Padres, s.d. fl., *A.Y. Mocoichinski & M.B. Scheer* 206 (MBM). Guaratuba, Serra de Araraquara, Morro do Cauvi, 30.XII.1963, fl., *G. Hatschbach* 11060 (MBM, B); Rio Sai, 17.I.1970, fl., *G. Hatschbach* 23350 (MBM, C, HB, NY); Alto da Serra, Rio Itararé, 10.III.1996, fr., *O.S. Ribas & L.B.S. Pereira* 1379 (MBM). Morretes, Serra

da Prata, 25.II.1911, fl. *P. Dusén 11788-A & 1178* (S); Porto de Cima, 21.I.1914, fl. *P. Dusén 14301* (AMES, S); Usina Elétrica Marumby, 04.I.1966, fl., *G. Hatschbach et al. 13415* (MBM, HB, F); Rio Ipiranga, 04.I.1966, fl., *G. Hatschbach 13447* (UPCB); Colônia Floresta, 24.I.1969, fl., *G. Hatschbach & C. Koczicki 20923* (MBM); Porto de Cima, 04.I.1975, fl., *A. Dziewa 140* (MBM); Reserva Biológica Sapitanduva, 29.I.1985, fl., *G.P. Lewis et al. 1401* (MBM); Porto de Cima – Rio Nhundiaquara, fl., I.2012, *E. Lopes 09* (UPCB), Caminho de Itupava, 25.VII.2012, fr. *M.E. Engels 413* (UPCB). Paranaguá, Picadão Cambará – Colônia Limeira, 14.II.1968, fl., *G. Hatschbach 18606* (MBM); Tingüçu, 16.XII.2007, fl., *Bonaldir 296* (HUCP). São José dos Pinhais, Castelhanos, 07.II.1998, fl., *J.M. Silva et al. 2251* (MBM).

**Distribuição geográfica e habitat** (Figura 2-A): *Phymatidium falcifolium* é encontrado em seis municípios paranaenses. Habita a Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista e Estepe Gramíneo Lenhosa. Ocorre também nos estados de Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo (Toscano de Brito 2007) e citado pela primeira vez na Bahia (A.M. Amorim *et al.* 4350 (HUEFS)) alcançando também o Uruguai (Herter 1930).

**Estado de Conservação:** *Phymatidium falcifolium*, segundo os critérios da IUCN (2010), se enquadra na categoria vulnerável (VU B2a), pois é encontrado em menos de 10 localidades no estado.

**Observações:** As folhas conduplicadas, longas e caudadas, distribuídas em espiral densa ao longo do caule relativamente alongado, lembram em seu conjunto pequenas *Tillandsias* (Bromeliaceae) e de imediato distinguem *Phymatidium falcifolium*. Floresce de dezembro a julho.

**5. *Phymatidium hysteranthum*** Barb. Rodr. Gen. Sp. Orchid. Nov., 288. 1882.

## Figura 1 O-Q

Planta 11–20 mm alt. Raízes papilosas. Folhas 9–17 x 0,9–1 mm, unifaciais, teretes a subtriangulares, agudas. Inflorescência 43–63 mm compr., glabra; brácteas 3–4,5 x 0,2–0,8 mm. Flores com pedicelo obscuramente papiloso e ovário tricarenado. Sépala dorsal 3–3,2 x 1 mm, ovada a lanceolada, patente, aguda a obtusa. Sépalas laterais 3–3,2 x 0,8–1 mm, ovada a oblonga, reflexas, agudas a obtusas. Pétalas 3–3,3 x 0,9–1 mm, ovadas, oblongas ou lanceoladas, levemente reflexas e curvadas para cima, agudas a obtusas. Labelo 3 x 2,9–3 mm, levemente trilobado, largo-unguiculado, cordiforme, agudo; margens dentadas a erosas no meio e inteiras na base e no ápice; disco provido de calosidade verde, as margens verde-claras, largo-ligulada. Coluna 2–2,2 mm compr., fortemente arcada e levemente sigmóide, auriculada na região apical, semi-lunadas quando explanadas; obscuramente papilosas; rostelo curto e curvado para frente; cavidade estigmática pequena, ovada; tabula infraestigmática relativamente pequena, subglobosa; antera prolongada em bico longo e arcado, bidentada próximo ao ápice recurvado e emarginado; polinário com estipe espatulado, obscuramente emarginado na região de inserção das polínias, viscidio ovado.

**Material examinado:** BRASIL: Paraná: Morretes, Estrada da Graciosa, 04.IV.2010, fl., *V. Ariati et al 424* (HUCP); Pico Marumbi, 09.III.2013, fl., *M.E. Engels et al 666* (UPCB).

**Distribuição geográfica e habitat** (Figura 2-C): Até o momento conhecido apenas por dois espécimes coletados no município de Morretes. Habita a Floresta Ombrófila Densa. Ocorre também nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo (Toscano de Brito 2007). *Phymatidium hysternanthum* encontrava-se previamente registrada para o Paraná por Pabst & Dungs (1977), porém tal registro ocorreu sem a citação de um *voucher*. Após a análise de toda a coleção de *Phymatidium* depositada no

herbário HB, onde se encontram depositados os espécimes estudados por Guido Pabst, Toscano de Brito (2007) considera que o registro de Pabst & Dungs (1977) deva ter sido fruto de erro de identificação.

**Estado de Conservação:** Segundo critérios da IUCN (2010), *Phymatidium hysternanthum* deve ser enquadrada na categoria de espécie em perigo crítico (CR B2a), pois é encontrado em apenas uma localidade do estado.

**Observações:** As sépalas laterais marcadamente reflexas, as pétalas um tanto eretas e curvadas, a antera prolongada em bico longo, provido no ápice de um par de pequenos dentes laterais, e a pequena tábula infraestigmática distinguem esta espécie dentre todas as outras do gênero. Floresce entre março e abril.

#### 6. *Phymatidium microphyllum* (Barb. Rodr.) Toscano. Lindleyana 16: 211. 2001.

Figura 1 R-T

Planta 7–10 mm alt. Raízes glabras ou papilosas. Folhas 5,5–8 x 0,9–1 mm, unifaciais, teretes a subtriangulares, agudas. Inflorescência 30–44 mm compr., papilosa; brácteas 2,1–3,5 x 0,4–1,1 mm. Flores com pedicelo levemente papiloso e ovário obscuramente angular. Sépala dorsal 2–2,8 x 0,5–1 mm, ovada a oblongo-lanceolada, patente, aguda. Sépalas laterais 2–2,9 x 0,8–1 mm, ovadas a ovado-lanceoladas, patentes, agudas. Pétalas 2,2–2,9 x 1–1,2 mm, ovadas a ovado-lanceoladas, patentes, agudas. Labelo 2,5–3,2 x 2,3–2,9 mm, levemente trilobado, largo-unguiculado, obovado ou ovado-lanceolado, agudo a obtuso; margens eroso-onduladas; disco provido de calosidade verde, com as margens externas mais coradas, ligulada. Coluna 1–1,5 mm compr., fortemente incurvada, auriculada na região apical, mais ou menos semicirculares a ovadas quando explanadas, estendendo-se desde o ápice até mais ou menos a metade da coluna, glabras, raramente obscuramente papilosas; rostelo curto,



curvado para cima; cavidade estigmática pequena, ovada; tábula infraestigmática crassa, obovada, igualando ou superando o comprimento da coluna; antera prolongada em bico curto, obtuso, levemente emarginado, provido lateralmente de um par de pequeníssimos dentes; polinário com estipe cuneado, bifurcado na região de inserção das polínias, viscido elíptico.

**Material examinado:** BRASIL: Paraná: Sem localização precisa, 12.XII.1909, fl., *Lange 7894* (HB - coleta misturada com *P. delicatulum*). Carambei, Catanduva de Fora, 11.XI.2009, fl., *M.E. Engels 139* (HUPG). Castro, Nascentes do Rio São José, 13.XII.2010, fl., *M.E. Engels 235* (HUPG). Quatro Barras, Serrinha, 9.XII.1908, fl., *P. Dusén p.p. 733* (S); Borda do Campo, 04.I.1974, fl., *G. Hatschbach 33631* (MBM, HB); Taquari, 29.I.1975, fl., *L.F. Ferreira 198* (MBM, HB). Piraquara, Serra Piramirim, 15.XII.1995, fl., *J.M. Silva & J.M. Cruz 1595* (MBM, UPCB, FUEL). Tijucas do Sul, Saltinho, 28.XII.1958, fl., *G. Hatschbach 5396* (MBM, HB); Matulão, 01.I.1964, fl., *G. Hatschbach 10871* (MBM, HB, B, UPCB); XII.2011, fl., *E.C. Smidt 1050* (UPCB).

**Distribuição geográfica e habitat** (Figura 2-D): *Phymatidium microphyllum* é encontrado em seis municípios paranaenses. Habita a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Ombrófila Mista. Ocorre também nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Minas Gerais (Toscano de Brito 2007, Barros *et al.* 2013).

**Estado de conservação:** Segundo os critérios da IUCN (2010), *Phymatidium microphyllum* é uma espécie vulnerável (VU B2a), pois é encontrado em menos de 10 localidades no estado.

**Observações:** *Phymatidium microphyllum* assemelha-se a *P. delicatulum*, porém difere dessa, principalmente pela forma da coluna, especialmente pelas aurículas maiores, glabras ou apenas obscuramente papilosas, e pelo estipe bifurcado na região de inserção

das polínias. A tábula infraestigmática também é maior e mais intumescida que em *P. delicatulum*. Floresce de novembro a janeiro.

**7. *Phymatidium microphyllum* var. *herteri*** (Schltr.) Toscano. Lindleyana 16: 211. 2001.

Figura 1 U-X

Planta 16-37 mm alt. Raízes glabras. Folhas 13-27 x 0,9-1 mm, unifaciais, teretes a subtriangulares, agudas. Inflorescência 45-91 mm compr., papilosa; brácteas 5-8,2 x 0,4-0,7 mm. Flores com pedicelo levemente papiloso e ovário obscuramente angular. Sépala dorsal 2,1-4 x 0,9-1 mm, ovadas a oblongo-lanceolada, voltada para frente, aguda. Sépalas laterais 2-3,9 x 0,8-1 mm, ovadas a ovado-lanceoladas, voltadas para frente, agudas. Pétalas 2,1-3,8 x 0,9-1 mm, ovadas a ovado-lanceoladas, voltadas para frente, agudas. Labelo 3-4,8 x 2-3,2 mm, largo-unguiculado, obovado, cordiforme, agudo a obtuso; margens eroso-onduladas; disco provido de calosidade verde, com as margens externas mais coradas, ligulada. Coluna 1-1,8 mm compr., fortemente incurvada, auriculada na região apical, subquadradas quando explanadas, geralmente quase perpendiculares ao eixo da coluna, glabras; rostelo curto, curvado para cima; cavidade estigmática pequena, ovada; tábula infraestigmática crassa, obovada, igualando ou superando o comprimento da coluna; antera prolongada em bico curto, obtuso, levemente emarginado, provido lateralmente de um par de pequeníssimos dentes; polinário com estipe levemente bifurcado, bilobado a subtruncado na região de inserção das polínias, viscídio elíptico.

**Material examinado:** BRASIL: Paraná: Antonina, Estrada Cacatu-Serra Negra, 19.I.1966, fl., *G. Hatschbach et al. 13561* (MBM). Curitiba, 2.III.1912, fl., *P. Dusén 13878* (S). General Carneiro, Rio Lageado, 12.II.1966, fl., *G. Hatschbach et al. 13856*

(MBM, HB). Guarapuava, Cachoeira dos Turcos, 13.II.1969, fl. e fr., *G. Hatschbach 21177* (MBM, HB). Pinhão, Rio São Jerônimo, 20.III.2003, fl., *R. Kersten 611* (UPCB). Piraquara, Estrada da Graciosa, Alto da Serra, 22.IV.1951, fl., *G. Hatschbach 2245* (MBM, SP); Novo Tirol, 03.II.1967, fl., *G. Hatschbach 16093* (MBM). Quatro Barras, Rio do Corvo, 01.IV.1969, fl., *G. Hatschbach 21304* (MBM); Morro Sete, 27.III.1990, fl., *A.C. Cervi & O.S. Ribas 3064* (MBM). São José dos Pinhais, Colônia Roseira, 23.II.1968, fl., *C. Koczicki 81* (MBM, HB). São Mateus, s.d., fl., *Gurgel - Instituto de Quimica 14641* (RB).

**Distribuição geográfica e habitat** (Figura 2-D): *Phymatidium microphyllum* var. *herteri* é encontrado em nove municípios paranaenses. Habita a Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista e Estepe Gramíneo Lenhosa. Ocorre também nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Toscano de Brito 2007).

**Estado de Conservação:** Segundo os critérios da IUCN (2010), *P. microphyllum* var. *herteri* é uma espécie vulnerável (VU B2a), pois é encontrado em menos de 10 localidades no estado.

**Observações:** *Phymatidium microphyllum* var. *herteri* difere da variedade típica pelas peças florais mais lanceoladas, além das sépalas e pétalas curvadas para frente, dando as flores uma aparência algo que fechada, e pelas aurículas subquadradas da coluna. Floresce de janeiro a abril.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem aos curadores dos herbários pelo empréstimo dos materiais, e a Diana Carneiro pela confecção das ilustrações. A CAPES-PNADB (17/2009 - Proposta

botânica UFPR/IBT/Unicamp) pela bolsa de mestrado concedida, ao IAP (Nº 326/11) e ao ICMBio (SISBIO – 30642-1) pelas autorizações de coletas.

## Referências

APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.

Barbosa Rodrigues, J. 1882. *Genera et Species Orchidearum Novarum*, Vol. 2. Sebastianopolis, Rio de Janeiro.

Barros, F. de; Vinhos, F.; Rodrigues, V.T.; Barberena, F.F.V.A.; Fraga, C.N. & Pessoa, E.M. 2013. Orchidaceae. *In: Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB011990>>. Acesso em 22 de janeiro de 2013.

Brummitt, R.K. & Powell, C.E. 1992. *Authors of plants names*. Royal Botanic Gardens, Kew.

Chase, M.W.; Freudenstein, J.V.; Cameron, K.M. & Barrett, R.L. 2003. DNA data and Orchidaceae systematics: a new phylogenetic classification. *In: Dixon, K.W.; Kell, S.P.; Barrett, R.L. & Cribb, P.J. Orchid conservation*. Natural History Publications, Kota Kinabalu. Pp. 69-89.

Cogniaux, A. 1904-1906. Orchidaceae. *In*: Martius, C.F.P.; Eichler, A.G. & Urban, I. *Flora Brasiliensis*. Vol. 3, Part 6. Munich & Leipzig.

Dallwitz, M.J.; Paine, T.A. & Zurcher, E.J. 2011. DELTA Editor: description language for taxonomy. Disponível em <<http://delta-intkey.com>>. Acesso em 17 de setembro de 2012.

Dressler, R.L. 2005. How many orchid species? *Selbyana* 26: 155-158

Gonçalves, E.G. & Lorenzi, H. 2011. Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares. 2. Ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo.

Harris, J.G. & Harris, M.W. 1994. Plant identification terminology: an illustrated glossary. Spring Lake Publishing, Utah.

Herter, W. 1930. Flora Uruguayensis Plantae Vasculares. Montevideo.

Hijmans, R.J.; Guarino, L.; Bussink, C.; Mathur, P.; Cruz, M.; Barrentes, I. & Rojas, E. 2012. DIVA-GIS: A geographic information system for the analysis of species distribution data. Versão 7.5. Disponível em <<http://www.diva-gis.org>>. Acesso em 08 de outubro de 2012.

Holmgren, P.K.; Holmgren, N.H. & Barnett, L.C. 1990. Index Herbariorum. Part I: The Herbaria of the World. New York Botanical Garden, New York.

IUCN Standards and Petitions Subcommittee. 2010. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 8.1. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee in March 2010. Disponível em <<http://intranet.iucn.org/webfiles/doc/SSC/RedList/RedListGuidelines.pdf>>. Acesso em 10 de outubro de 2012.

Jonhson, A. E. 2001. Las Orquídeas del Parque Nacional Iguazú. L.O.L.A. Buenos Aires.

Maack R. 1968. As zonas das paisagens naturais. In: Maack, R. *Geografia física do Paraná*. BADEP, UFPR, Curitiba.

Pabst, G.F.J. & Dungs, F. 1977. Orchidaceae Brasilienses, Vol. 2. Brucke-Verlag Kurt Schmiersow, Hildesheim.

Stern, W.T. 2004. Botanical Latin. Timber Press, Portland.

Toscano de Brito, A.L.V. 2001. Systematic Review of the *Ornithocephalus* group (Oncidiinae; Orchidaceae) with comments on *Hofmeisterella*. *Lindleyana* 16(3): 157-217.

Toscano de Brito, A.L.V. 2007. A taxonomic revision of the genus *Phymatidium* (Orchidaceae: Oncidiinae). *Kew Bulletin* 62: 529-560.

Veloso, H.P., Rangel Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A. 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Ibge/Projeto Radambrasil, Rio de Janeiro.

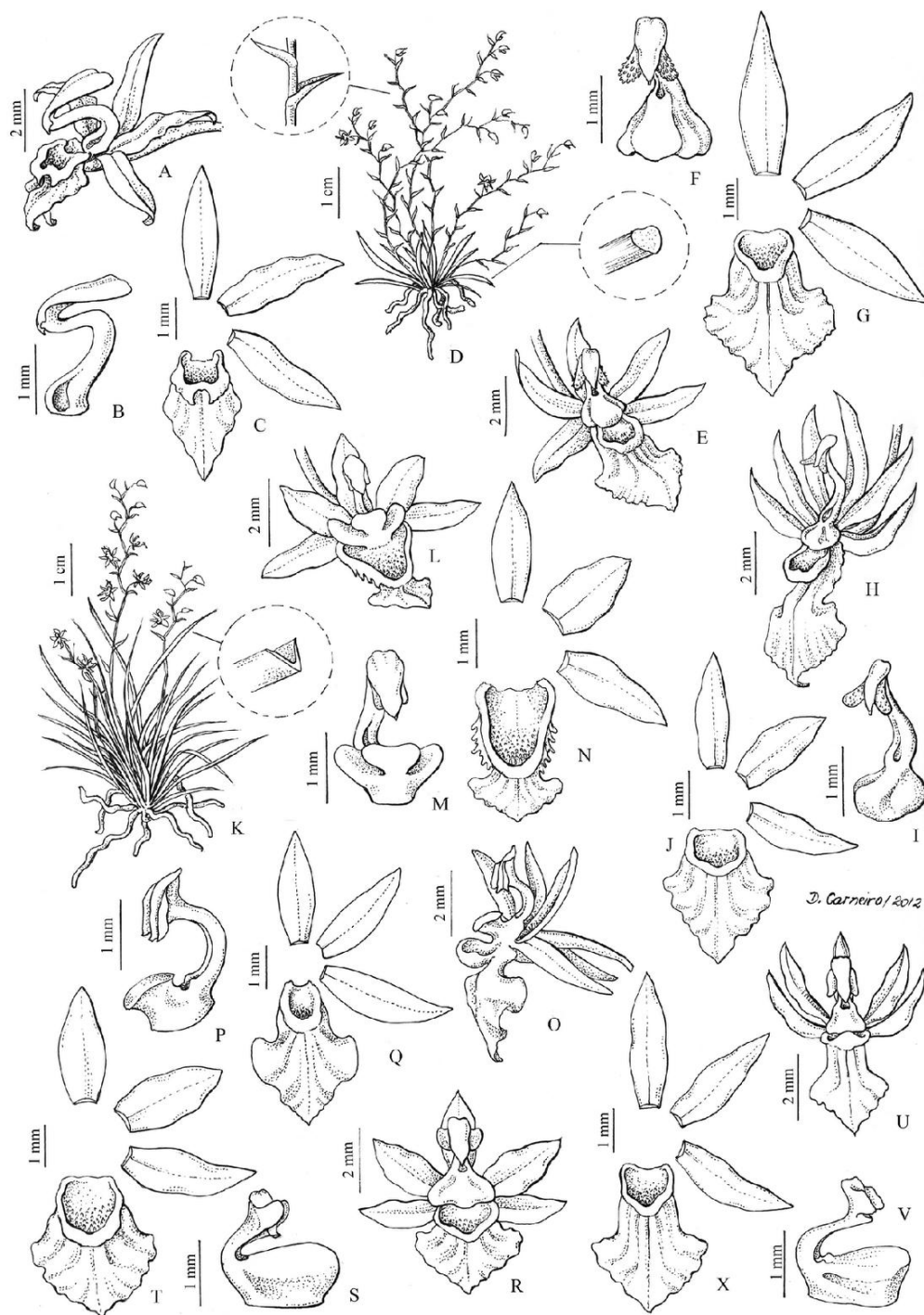


Figura 1 - Espécies de *Phymatidium* ocorrentes no estado. A-C: *P. aquinoi*: A- Flor, vista lateral; B- Coluna, vista lateral; C- Partes do perianto, sépalas, pétala e labelo. D-G: *P. delicatulum*: D- Hábito, destacando a disposição das brácteas e a forma da folha; E- Flor, vista frontal; F- Coluna, vista frontal; G- Partes do perianto, sépalas, pétala e labelo. H-J: *P. delicatulum* var. *curvisepalum*: H- Flor, vista lateral; I- Coluna, vista



lateral; J- Partes do perianto, sépalas, pétala e labelo. K-N: *P. falcifolium*: K- Hábito, destacando a forma da folha; L- Flor, vista frontal; M- Coluna, vista frontal; N- Partes do perianto, sépalas, pétala e labelo. O-Q: *P. hysternanthum*: O- Flor, vista lateral; P- Coluna, vista lateral; Q- Partes do perianto, sépalas, pétala e labelo. R-T: *P. microphyllum*: R- Flor, vista frontal; S- Coluna, vista lateral; T- Partes do perianto, sépalas, pétala e labelo. U-X: *P. microphyllum* var. *herteri*: U- Flor, vista frontal; V- Coluna, vista lateral; X- Partes do perianto, sépalas, pétala e labelo.

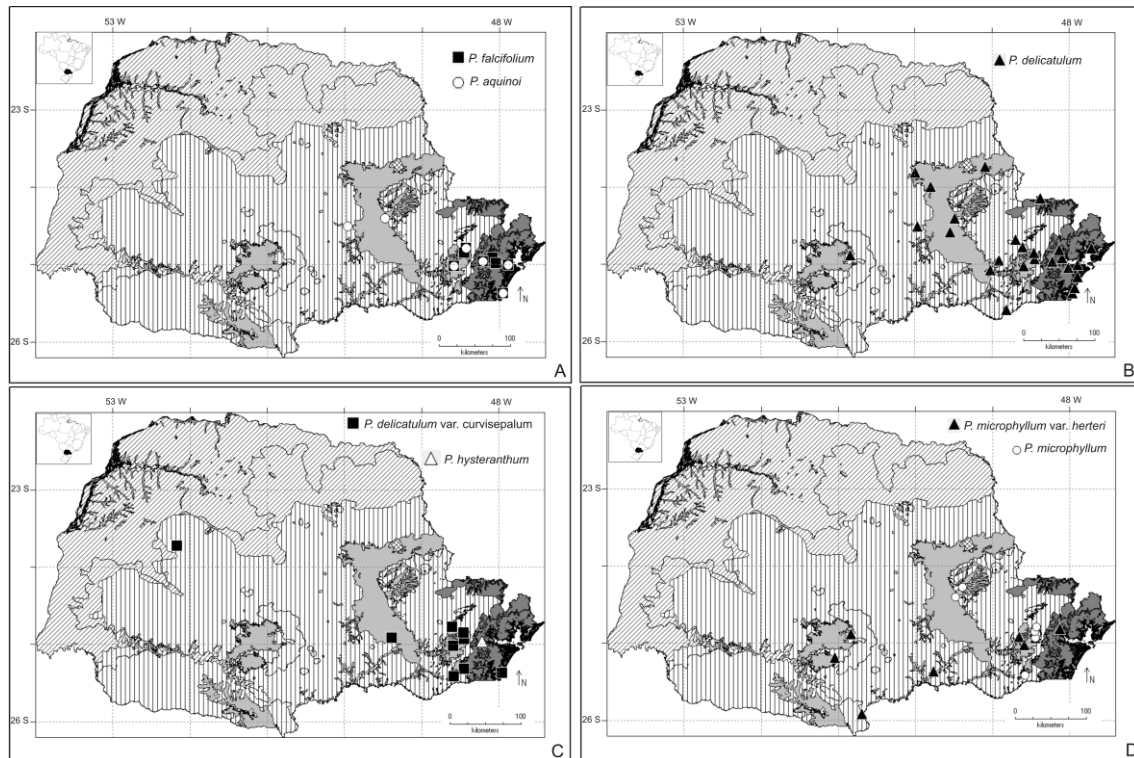







Figura 2 - Mapa da distribuição geográfica das espécies de *Phymatidium* no Paraná. A- *P. aquinoi* e *P. falcifolium*. B- *P. delicatulum*. C- *P. delicatulum* var. *curvisepalum* e *P. hysternanthum*. D- *P. microphyllum* e *P. microphyllum* var. *herteri*. Vegetações do Paraná:  Estepe Gramíneo Lenhosa;  Floresta Estacional Semidecidual;  Floresta Ombrófila Densa;  Floresta Ombrófila Mista;  Savana Arborizada.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

*Phymatidium* é um gênero monofilético com *P. falcifolium* como a espécie irmã das demais comprovada em todas as análises realizadas. Sustentados por caracteres moleculares e/ou morfológicos *P. hysternanthum* e *P. microphyllum* aparecem sucessivamente após *P. falcifolium* e então dois cladogramas são formados: o primeiro é dividido em dois cladogramas menores: *P. delicatulum* como espécie irmã de *P. delicatulum* var. *curvisepalum*, e *P. aquinoi* irmão de *P. vogelii*. O segundo clado tem *P. microphyllum* var. *herteri* seguido de *P. geiselli* e um clado mais derivado com *P. mellobarretoii* irmão de *P. limaee*. *Phymatidium microphyllum* e sua variedade (*P. microphyllum* var. *herteri*) aparecem como espécies irmãs somente em duas análises morfológicas. Sugere-se rever sua taxonomia, já que na revisão de Toscano de Brito (2007) estas espécies são agrupadas por caracteres homoplásicos e agora parecem ser espécies distintas. As relações intra-genéricas talvez, ainda não estejam totalmente resolvidas, pois nem todos os cladogramas gerados apresentam suporte de bootstrap. Como observado, diferentes metodologias apresentam árvores topologicamente diferentes e a falta de DNA de todas as espécies (espécies estas que foram coletadas apenas uma vez, sendo conhecidas apenas pelos materiais tipo) dificulta a comparação com a análise molecular. A incorporação de dados quantitativos nas análises morfológicas é totalmente justificável, pois em outros trabalhos que incluíram tais dados mostram conter informação filogenética útil. Dados qualitativos são na maioria das vezes, simplesmente simplificações empíricas de dados quantitativos e a maioria desses caracteres podem ser redefinidos quantitativamente. No caso de

*Phymatidium* esses dados contribuíram para a filogenia com sinapomorfias adicionais às qualitativas. No entanto, apresentaram índice de consistência menor comparado a análise em que estavam ausentes. Percebe-se a necessidade da criação de novas metodologias ou o melhoramento das existentes com testes rigorosos, assim como o aumento de estudos empíricos na área.

O gênero *Phymatidium* ocorre por toda a extensão da Floresta Atlântica no Brasil, alcançando também áreas na Argentina e Uruguai. Os maiores centros de riqueza e diversidade estão concentrados nas regiões de Floresta Ombrófila Densa geralmente compreendendo regiões serranas. Áreas localizadas no sudeste brasileiro se sobrepõem na maioria desses índices e apresentam-se como áreas endêmicas, pois abrigam espécies exclusivas, e áreas prioritárias para a conservação do gênero *in situ*. Percebe-se que o bioma não é uma entidade homogênea e abriga centros prioritários para a conservação e regiões endêmicas e estes não necessariamente compreendem todas as áreas de maior riqueza e diversidade. Estas áreas podem ser consideradas “*hot points*” dentro de um dos mais ameaçados “*hotspots*” do planeta.

No estado do Paraná, cinco espécies e duas variedades foram encontradas para o gênero distribuídas principalmente na região leste paranaense. A maioria das espécies encontra-se classificada na categoria vulnerável segundo os índices da IUCN para o estado. *Phymatidium delicatulum* é a espécie com maior número de registros com 25 municípios coletados e *P. hysteroanthum* a mais rara com apenas uma coleta.

A partir dos dados de análise de riqueza, diversidade e endemismo, quanto para a distribuição do gênero no Paraná, percebe-se um esforço de coleta maior em torno dos maiores centros de pesquisa e dos maiores herbários nacionais. Mesmo assim, pelas características observadas no gênero, é pouco provável que este ocorra em regiões muito distantes das serras e locais mais úmidos, como por exemplo, o interior do estado.

Além de novas ou melhores metodologias para as análises filogenéticas de caracteres morfológicos, no caso de *Phymatidium* sugerem-se estudos ontogênicos e que envolvam caracteres anatômicos para melhor elucidar as homoplasias e origem de estruturas externas. Outro fato também importante é estabelecer um esforço de coleta nas localidades tipo e ao seu entorno para encontrar as espécies nunca mais coletadas.