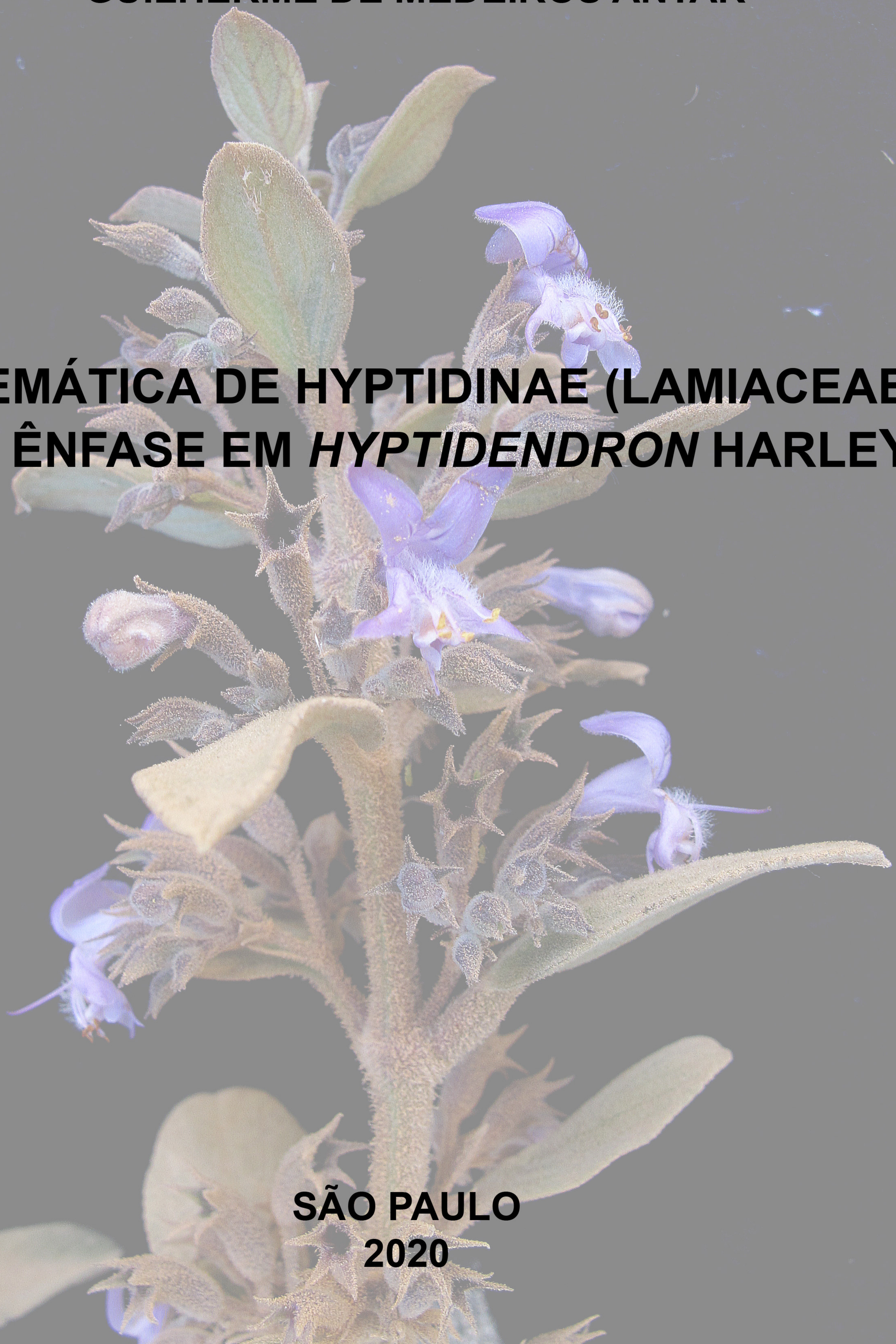
GUILHERME DE MEDEIROS ANTAR



SISTEMÁTICA DE HYPTIDINAE (LAMIACEAE) COM ÊNFASE EM *HYPTIDENDRON* HARLEY

SÃO PAULO
2020

Guilherme de Medeiros Antar

Sistemática de Hyptidinae (Lamiaceae) com ênfase em *Hyptidendron* Harley

Systematics of Hyptidinae (Lamiaceae) with emphasis on *Hyptidendron* Harley

Tese apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, para a obtenção de Título de Doutor em Ciências Biológicas, na Área de Botânica.

Orientador(a): Paulo Takeo Sano

São Paulo

2020

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço de Biblioteca do Instituto de Biociências da USP,
com os dados fornecidos pelo (a) autor (a) no formulário:
'https://biblioteca.ib.usp.br/ficha-catalografica/src/ficha.php'

Antar, Guilherme de Medeiros
Sistemática de Hyptidinae (Lamiaceae) com ênfase em Hyptidendron Harley / Guilherme de Medeiros Antar ; orientador Paulo Takeo Sano -- São Paulo, 2020.
422 p.

Tese (Doutorado) -- Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Botânica.

1. Hyptidinae. 2. Hyptidendron. 3. Taxonomia. I. Sano, Paulo Takeo, orient. II. Título.

Bibliotecária responsável pela catalogação:
Elisabete da Cruz Neves - CRB - 8/6228

Comissão Julgadora:

Prof(a). Dr(a).	Prof(a). Dr(a).
Prof(a). Dr(a).	Prof. Dr. Paulo Takeo Sano Orientador

Dedico a meus pais,
Jorge e Heloisa.

Se não houver frutos, valeu a beleza das flores,
Se não houver flores, valeu a sombra das folhas,
E se não houver folhas, valeu a intenção da semente.

Autor desconhecido

Agradecimentos

À Universidade de São Paulo, particularmente ao Instituto de Biociências, por ter sido minha casa nos últimos 13 anos. Por me transformarem no que sou hoje.

À CAPES pelas bolsas concedidas. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

À IdeaWild, pelo financiamento de material de campo.

À American Society of Plant Taxonomists, pelo Graduate Student Research Grant.

Ao Smithsonian Institute, pelo Cuatrecasas Award, que me permitiu visitar os herbários estadunidenses, principalmente ao Dr. Pedro Acevedo, que me recepcionou.

Ao Bentham Moxon Trust, pelo financiamento de parte do trabalho de preparação e sequenciamento de bibliotecas.

Ao ICMBio, pelas licenças de coleta concedidas.

Ao meu orientador, Paulo Takeo Sano, por toda ajuda na minha formação, não apenas como cientista, mas como pessoa. Pelas conversas, conselhos, ensinamentos, paciência, amizade e oportunidade de conhecer o Brasil. Obrigado por sempre querer o melhor para mim.

Ao meu coorientador, Raymond Mervyn Harley, por ter divido seu conhecimento sobre as Lamiaceae comigo. Por ter me ensinado tanto e por ter sido tão generoso comigo, me apresentando à cultura Inglesa e compartilhando sua casa em Rio de Contas e em Londres.

Ao colaborador José Floriano Bârea Pastore por ter ativamente participado de todo processo da tese, por ter dividido seu conhecimento em sistemática vegetal e nomenclatura botânica, por ter cedido amostras para a filogenia e por todos conselhos.

Ao Félix Forest, que me recebeu muito bem no Kew e me ajudou muito com toda a parte de laboratório e com os grants.

À Penny Malakasi, por ter me ensinado a pipetar e a manter a calma. Sem você, eu não teria conseguido. Muito obrigado.

Ao Alexandre Zuntini, por toda ajuda nas análises e por ter me recebido tão bem no Kew.

Ao doutorando Arthur de Sousa Soares, por ter divido o mesmo teto por seis meses, pela ajuda com a filogenia e pela colaboração com vários trabalhos! Seguimos estudando as Lamiaceae!

À Ana Maria Giulietti, por ter me hospedado em Rio de Contas e Londres, por ter revisado parte da tese e por ter me tratado tão bem. Uma grande felicidade poder ter convivido com alguém que eu admiro tanto.

Aos curadores e pessoas que ajudaram nos herbários visitados, especialmente: Nádia Roque (ALCB), Gustavo Silva (BHCB), Bruno Walter e Marcelo Simon (CEN), Thiago Flores (ESA); Nicolas Fumeaux (G), Teonildes Nunes (HUEFS); Federico Fabriani e Sue Zmarzty (K); Tadeu Motta, Juarez Cordeiro e Eraldo Barbosa (MBM), Matthew Pace (NY), Viviane Scalon (OUPR), Peter Philipson (P), Cassia Munhoz e Carol Proença (UB), Roselaine Borges (UFMT), Mark Strong (US) e Heimo Rainer (W e WU).

À Heloisa Antar, Isabela Torquato, Matheus Fortes Santos, Luiz Henrique Fonseca, Matheus Colli-Silva, Gustavo Mariano, Bárbara Zimbres, Luana Sauthier, Arthur de Souza Soares, Daniel Chagas, Ronaldo Santos e ao Fábio "Cachoeira" dos Anjos pela inestimável ajuda no trabalho de campo e por ter transformado esse momento em algo muito mais prazeroso do que já é.

Ao Norberto e Danilo da secretaria da Botânica. Uma satisfação!

Aos funcionários da secretaria de pós-graduação do IB-USP.

Aos professores do Laboratório de Sistemática Vegetal: José Rubens Pirani, Lúcia Lohmann e Renato Mello-Silva (*in memorian*) pelos ensinamentos e por serem exemplos profissionais.

Aos técnicos do laboratório de Sistemática Vegetal, Viviane Jono, Roberta Figueiredo, Abel Cangussu e José Vitório. Parabéns pelo excelente trabalho.

Ao herbário SPF. Sinto-me muito feliz em ter um pouquinho de mim em você. Obrigado por tudo que me ensinou.

A todos os colegas e amigos do laboratório de sistemática vegetal que compartilharam momentos desde 2011, ano que entrei no laboratório: Alexandre Zuntini, Adriana, Alisson Nazareno, Andressa Cabral, Annelise Frazão, Anselmo Nogueira, Augusto Giaretta, Beatriz Gomes, Benoit Loeullie, Caetano Oliveira, Camilla Monge, Carolina Siniscalchi, Caroline Andrino, Carolina Agostini, Cintia Luz, Daniela Gomes, Eduardo Silva, Elton John "EJ" de Lírio, Eric Kataoka, Euder Glendes, Gisele Alves, Guilherme Paschoalini, Gustavo Heiden, Ian Souza, Isabela Akemi, Juan Pablo, Juliana El Ottra, Juliana Lovo, Juliana Rando, Jenifer Lopes, Jéssica Franscisco, Kyoshi Beraldo, Leonardo Borges, Luana Sauthier (De boas?), Lucas Vilela, Luiz Henrique, Maila Beyer, Maria Fernanda, Marcelo Devecchi, Marcelo Kubo (Gato), Matheus Colli-Silva, Matheus Fortes Santos, Matias Cota, Mauricio Watanabe,

Miriam Kaehler, Mirian Antonicelli, Pâmela Santana, Paulo Baleeiro, Paulo Gonella, Raquel Pizzardo, Receba Viana, Renato Ramos, Renatinho, Rodolph Sartin, Sandra Reinales, Thais Nogales e Verônica Aydos.

Ao Matheus Colli, pela colaboração com o capítulo do Datapaper e pela ajuda com o R. À Gisele Alves, pela imprescindível ajuda no capítulo de venação foliar e pela ajuda na editoração da tese.

Aos companheiros de sanduíche na Inglaterra: Mariana Monteiro, Marcelo Kubo, Arthur Soares, Elton John, Augusto, Michael Jordan, Karine Valdemarin, Ethiene Guerra, Luciana Silva e Leidiana Santos.

Aos amigos da Botânica extra-USP: André Moreira, João Martins do Carmo, Marcelo Pace, Rafael Gomes Barbosa-Silva, Giselle Moreira, Gustavo Shimizu, Thiago Flores, Marcelo Monge, Gabriel Colleta e Ulisses Fernandes. Um agradecimento especial ao casal Maurício Figueira e Bianca Schindler, pela amizade e por terem me ensinado mais sobre identificação de plantas.

Aos amigos extra-tese, entre eles: os amigos 2008 Integral, vulgarmente conhecidos como Meio-Burros, os amigos do Colégio (Vitão, Pis, Ceceu, Guerrão, Tami e Kiko) e aos amigos do time de natação Faca-na-manteiga.

Aos meus avós, José Hortêncio, Genemore e Josephina "Fifinha" (*in memoriam*), por todo amor.

À minha família, por todo suporte e amor, especialmente minha mãe Heloisa, meu pai Jorge, meu irmão Alexi e minha segunda mãe Vita (*in memoriam*).

À Isabela, a quem encontrei no meio do percurso, me trouxe amor e fez minha vida ser melhor.

Hyptidinae (Lamiaceae) é majoritariamente neotropical com cerca de 400 espécies. A subtribo, originalmente descrita com quatro gêneros, sofreu diversas modificações genéricas baseadas em análises morfológicas e duas filogenias moleculares obtidas por sequenciamento Sanger, sendo atualmente reconhecida com 19 gêneros. Mesmo com esses avanços, as filogenias produzidas ainda não apresentaram suportes robustos em todas as relações genéricas, além de problemas no reconhecimento de alguns gêneros, principalmente *Hyptidendron*. O gênero foi revisado pela última vez por Carl Epling em 1949, quando ainda era parte de *Hyptis*, e apresenta atualmente 19 espécies, necessitando de avaliação na circunscrição de seus táxons e na sua nomenclatura, além do teste de hipótese de seu monofiletismo. Esse projeto tem o objetivo de colaborar no conhecimento desses temas. A partir de material obtido por expedições de coleta e visita a herbários, uma nova filogenia da subtribo foi produzida com 353 marcadores nucleares e 67 terminais de Hyptidinae. Uma revisão taxonômica de *Hyptidendron* é proposta, juntamente com trabalhos taxonômicos e nomenclaturais com integrantes da subtribo, um trabalho de venação de *Hyptidendron* e um *data paper* com o banco de dados construído durante a revisão. A nova filogenia recuperou Hyptidinae como monofilético e todos os gêneros da subtribo, com exceção de *Hyptis* e *Hypenia*. *Hyptidendron* emergiu pela primeira vez como monofilético com três clados bem suportados, os quais foram classificados como sessões. Como consequência dos resultados filogenéticos, foram necessárias recircunscrições na taxonomia da subtribo, com novas combinações e a criação de novos táxons, destacando-se o novo gênero monotípico *Myriohyptis*. Como resultado da revisão de *Hyptidendron*, 22 espécies são reconhecidas e são apresentadas descrições, mapas de distribuição, ilustrações, pranchas fotográficas, além de comentários sobre ecologia, conservação e reconhecimento das espécies. Essa tese traz um

avanço para a taxonomia de Hyptidinae e *Hyptidendron*, demonstrando a necessidade de estudos na Flora Neotropical, a qual ainda não é suficientemente conhecida.

Palavras-chave: *Hyptis, Hyptidendron*, Lamiaceae, Neotrópico, Taxonomia

Abstract

Hyptidinae (Lamiaceae) is mostly neotropical with ca. 400 species. The subtribe, firstly described with four genera, has been subjected to various generic modifications based on morphological analyses and in two molecular phylogenies obtained by Sanger sequencing, being currently recognized with 19 genera. Although much progress has been made, the previous phylogenies did not show robust support in all generic relationships, together with problems in some genera recognition, which is especially true for *Hyptidendron*. The genus, which was last revised by Carl Epling in 1949 when it was still part of *Hyptis*, currently contains 19 species, which need updating in their circumscription and nomenclature, as well testing its monophyly. This project aims to collaborate in the knowledge of these issues. From material obtained during field expeditions and herbarium studies, a new phylogeny for the subtribe was constructed, based on 353 nuclear markers and 67 Hyptidinae terminals. A taxonomic revision of *Hyptidendron* is here proposed, together with taxonomic and nomenclatural notes of subtribal taxa, a study of the venation pattern in *Hyptidendron* and a paper reporting on the database constructed for the revision. The new phylogeny recovered Hyptidinae as monophyletic as well as all genera of the subtribe with the exception of *Hyptis* e *Hypenia*. *Hyptidendron* was recognized as monophyletic for the first time, with three well-supported clades, which are here treated as sections. As a result of the phylogenetic results obtained, various taxonomic recircumscriptions within the subtribe were needed, with new combinations and new taxa created, highlighting the description of a new monotypic genus, *Myriohyptis*. For the revision of *Hyptidendron* 22 species were recognized, with descriptions, distributions maps, illustrations and photographic plates provided, together with comments on the ecology, conservation and species recognition. This thesis advances the systematic

knowledge of Hyptidinae and *Hyptidendron*, also showing the need for further studies on the Neotropical flora, which is not yet sufficiently well known.

Keywords: *Hyptis*, *Hyptidendron*, Lamiaceae, Neotropics, Taxonomy.

O Brasil é detentor da maior diversidade vegetal do mundo (Forzza *et al.* 2012), com cerca de 35.500 espécies de espermatófitas nativas (Flora do Brasil 2020 em construção), das quais mais de 50% são endêmicas (Forzza *et al.* 2012; BFG 2015). Apesar disso, o país ainda possui lacunas de conhecimento sobre sua diversidade (Morim & Lughadha 2015) e, como agravante, seus domínios fitogeográficos vêm perdendo área progressivamente. Nesse contexto, há necessidade de, por um lado, seguir gerando dados sobre riqueza e diversidade da flora brasileira. Por outro lado, contudo, é imprescindível compreender a diversidade numa perspectiva evolutiva, que permita estabelecer hipóteses elucidativas sobre a origem de tal diversidade, que por sua vez justifiquem, ainda mais, a necessidade de sua conservação.

É nesse contexto que se insere esta tese, no qual Lamiaceae Martinov, a subtribo Hyptidinae Endl., e o gênero *Hyptidendron* Harley constituem modelos de estudo bastante propícios.

Lamiaceae Martnov.

Lamiaceae (ou Labiatae Juss.) possui distribuição cosmopolita, excetuando locais de maiores latitude e altitude (Harley *et al.* 2004). São reconhecidas 7.280 espécies, distribuídas em 236 gêneros (Stevens 2020) com ocorrência concentrada em formações vegetacionais abertas, em climas tropicais ou subtropicais (Harley *et al.* 2004). A família possui grande diversidade morfológica e seus representantes majoritariamente podem ser reconhecidos por apresentar caule quadrangular, folhas simples, opostas, serreadas, sem estípulas, flores zigomorfas, bilabiadas, estilete ginobásico e presença de óleos essenciais, que conferem, a muitas espécies da família, propriedades aromáticas relacionadas ao principal uso econômico da família. Plantas como o alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.), a hortelã (*Mentha* spp.), o

orégano (*Origanum vulgare* L.), o manjericão (*Ocimum* spp.) e a lavanda (*Lavandula angustifolia* Mill.) são muito importantes para a indústria da culinária e perfumaria mundial (Harley *et al.* 2004). Destacam-se também outros representantes da família pelo seu potencial ornamental, como a sálvia (*Salvia splendens* Sellow ex Roem. & Schult.) e espécies do gênero *Clerodendrum* L. (Souza & Lorenzi 2012), bem como representantes conhecidos pelo seu potencial madeireiro, como a teca (*Tectona grandis* L.f.) e espécies dos gêneros *Gmelina* L. e *Vitex* L. (Harley *et al.* 2004).

Devido às características morfológicas marcantes que possui, mesmo com a ampla distribuição, Lamiaceae tradicionalmente é reconhecida como grupo natural, proximamente relacionado a Verbenaceae (Harley *et al.* 2004). Análises filogenéticas (Cantino 1992; Wagstaff *et al*. 1998), apoiadas por estudos micromorfológicos (Junnel 1934), somente suportariam o monofiletismo do grupo caso alguns gêneros tradicionalmente reconhecidos dentro das Verbenaceae, como *Vitex* e *Aegiphila* Jacq., fossem incorporados a Lamiaceae, levando assim a uma nova circunscrição da família. Atualmente, considera-se que Lamiaceae não se encontra evolutivamente tão próxima a Verbenaceae, sendo posicionada mais proximamente do clado formado pelas famílias Mazaceae, Phrymaceae, Paulowniaceae e Orobanchaceae (Stevens 2020).

Lamiaceae é dividida em 10 subfamílias, segundo a classificação mais recente (Li *et al.* 2016; Li & Olmstead 2017): Symphorematoideae Briquet; Viticoideae Briquet; Ajugoideae Kosteletzky; Prostantheroideae Luerssen; Nepetoideae (Dumortier) Luerssen; Scutellarioideae (Dumortier) Caruel; Premnoideae B.Li, R.G.Olmstead & P.D. Cantino; Peronematoideae B.Li, R.G.Olmstead & P.D.Cantino; Cymarioideae B.Li, R.G.Olmstead & P.D.Cantino; e Lamioideae Harley. No Brasil, podem ser encontradas 576 espécies (Flora do Brasil 2020, em construção), destacando-se os representantes da subfamília Nepetoideae, principalmente espécies da tribo Ocimeae Dumort., subtribo Hyptidinae.

Hyptidinae Endl.

Hyptidinae emerge como grupo monofilético (Pastore *et al*. 2011; Pastore *et al*. in press) e possui cerca de 400 espécies (Harley *et al.* 2004; Pastore *et al.* 2011), distribuídas quase exclusivamente nas Américas (do sul dos Estados Unidos até a Argentina). Há duas espécies ocorrentes na África, além de outras, invasoras na África, Ásia e Oceania (Pastore *et al.* 2011; Harley *et al*. 2012). As plantas são encontradas em florestas estacionais e principalmente em formações savânicas, nas quais estão relacionados a ambientes úmidos e áreas mais elevadas (Pastore *et al.* 2011).

Hyptidinae é morfologicamente caracterizada pelo mecanismo explosivo de polinização (Harley 1971), exclusivo do grupo e presente em todos os gêneros da subtribo, com exceção de *Asterohyptis* Epling. Tal mecanismo talvez tenha sido significativo no contexto da evolução da subtribo: o lábio anterior da corola mantém os estames sob pressão e as anteras são direcionadas explosivamente para o abdome do polinizador ao forçar sua entrada na flor (Pastore *et al.* 2011), liberando o pólen. Além dessa característica, Hyptidinae possui inflorescências bracteoladas e núculas com uma aréola expandida (Harley *et al.* 2004; Pastore *et al*. 2011).

Taxonomicamente, a primeira grande monografia incluindo espécies atualmente circunscritas em Hyptidinae foi realizada por Bentham (1833), que reconheceu os gêneros *Peltodon* Pohl*, Hyptis* Jacq.*, Marsypianthes* Mart. ex Benth. e *Eriope* Bonpl. ex Benth. formando um grupo; entretanto, foi Endlicher (1838) quem cunhou o nome Hyptidinae para esse grupo. Os trabalhos mais importantes com a subtribo foram publicados pelo norte-americano Carl Epling, destacando-se a sinopse de Lamiaceae para a América do Sul (Epling 1935-1937) e a revisão de *Hyptis* (Epling 1949). Seguiram-se, então, os estudos do britânico Raymond Harley, desenvolvidos desde 1968 até a atualidade, destacando-se a proposição de dois novos gêneros (Harley 1988): *Hyptidendron,* a partir de *Hyptis* sect. *Umbellaria* Benth. e

Hyptis sect. *Buddleioides* Benth.; e *Hypenia* Harley, elevado a partir de *Hyptis* sect. *Hypenia*.

Pastore e colaboradores (2011) conduziram análises filogenéticas com a subtribo, utilizando método Sanger com 180 terminais amostrados para o marcador nuclear ITS, e, dentre esses, 69 terminais nos quais foram amostradas seis regiões: os marcadores nucleares ITS e ETS e os plastidiais trnL-F, trnD-T, TrnS-G e matK. As principais relações entre os táxons amostrados foram recuperadas com suporte alto, destacando-se o parafiletismo de *Hyptis*; entretanto, algumas relações entre gêneros (como a baixa sustentação de *Mesosphaerum* e *Hyptidendron* ou o posicionamento de *Physominthe* dentro de Hyptidinae), e a classificação dentro de alguns gêneros (principalmente *Hyptis* e *Eriope*) não apresentaram alto suporte, tendo assim posicionamento incerto.

Visando reconhecer apenas grupos monofiléticos e organizar a taxonomia da subtribo, foi proposta uma nova circunscrição, com a criação de gêneros segregados do parafilético *Hyptis* (Harley *et al.* 2012).

Posteriormente, uma nova filogenia (Pastore *et al*. in press) com uma maior amostragem foi produzida, incluindo 153 terminais para os marcadores nucleares nrITS, nrETS e região Waxy region e plastidiais *trnL-F, trnS-G, trnD-T, matK* markers. Essa segunda filogenia melhorou o suporte de diversos clados, revelando também a necessidade de combinações de algumas espécies e novas sessões do gênero *Hyptis*. Entretanto, relações genéricas e o reconhecimento de alguns gêneros, como o monofiletismo de *Hyptidendron*, ainda se mantiveram pouco resolvidos. Dessa maneira, percebeu-se que, mesmo com uma maior amostragem, uma análise baseada em sequenciamento SANGER não poderia produzir uma filogenia robusta em Hyptidinae, sendo necessária uma abordagem diferente.

Atualmente, Hyptidinae é composta por 19 gêneros: *Asterohyptis* Epling*, Physominthe* Harley & J.F.B.Pastore*, Hypenia, Eriope, Eriopidion* Harley*, Marsypianthes, Rhaphiodon* Schauer*, Oocephalus* (Benth.) Harley & J.F.B.Pastore*, Medusantha* Harley & J.F.B.Pastore*,*

Hyptis, Cyanocephalus (Pohl ex Benth.) Harley & J.F.B.Pastore, *Martianthus* Harley & J.F.B.Pastore, *Leptohyptis* Harley & J.F.B.Pastore, *Condea* Adans., *Eplingiella* Harley & J.F.B.Pastore, *Gymneia* (Benth.) Harley & J.F.B.Pastore, *Cantinoa* Harley & J.F.B.Pastore, *Mesosphaereum* P.Browne *e Hyptidendron.*

***Hyptidendron* Harley**

Hyptidendron possui 19 espécies, exclusivamente neotropicais, ocorrendo no Escudo das Guianas, na região andina, na Bolívia e no Brasil Central, com limite meridional no norte do Estado de São Paulo. Habitam margens de formações florestais em altitudes ligeiramente mais elevadas, interior de matas e, principalmente, o Cerrado brasileiro (Harley *et al.* 2004; Harley & Pastore 2012; Harley & Antar 2017; Antar *et al*. 2019). Para o Brasil, das 19 espécies, 15 são endêmicas (Flora do Brasil 2020, em construção).

O gênero é caracterizado morfologicamente pelo hábito arbóreo, arbustivo ou, mais raramente, subarbustivo, com indumento foliar e caulinar constituído de tricomas simples ou dendríticos. As folhas são coriáceas, cartáceas ou membranáceas e majoritariamente aromáticas. A inflorescência possui, como unidade, cimas agrupadas em dicásios ou monocásios, comumente laxos, que possuem brácteas foliáceas muitas vezes conspícuas na axila, essas cimas podem estar organizadas em uma estrutura tirsoide terminal bem definida, ou +- isoladas. As flores são curtamente pediceladas, com bractéolas lineares, inconspícuas. O cálice é cilíndrico ou infundibuliforme, reto, com simetria +- actinomorfa ou zigomorfa, 5-lobado, com lobos subiguais ou desiguais. A corola é infundibuliforme ou cilíndrica, de coloração arroxeada a lilás. Os estames são epipétalos e didínamos. No gineceu, existe um estilopodio acima do ovário. As núculas são elipsoides ou ovoides, levemente achatadas ou estreitamente aladas.

Hyptidendron foi dividido em *Hyptidendron* sect. *Hyptidendron* Harley, caracterizada

pelo tubo da corola cilíndrico, de 6-11 mm compr. e núculas estreitamente aladas; e *Hyptidendron* sect. *Umbellaria* Harley, caracterizada pelo tubo da corola menor que 7 mm compr., com formato infundibuliforme e núculas sem alas (Harley 1988). Nos últimos 30 anos, não foram desenvolvidos trabalhos taxonômicos mais detalhados com o grupo nem estudos revisionais atualizados, que incluam dados de natureza diversa, além dos morfológicos, sendo que a última revisão do gênero é de Epling (1949), quando este ainda era parte de *Hyptis*.

Em análises filogenéticas recentes, o gênero não emergiu monofilético (Pastore *et al*. 2011; Pastore *et al*. in press.). Apesar de possuir unidade morfológica, o "grupo" emerge parafilético na filogenia que utiliza apenas o marcador ITS, ou monofilético com a inclusão de *Physominthe* e com baixo suporte, na análise combinada com 6 marcadores (Pastore et al. 2011); ou ainda parafilético com a formação de dois clados na segunda filogenia da subtribo (Pastore *et al*. in press). Ainda, as seções previamente reconhecidas para o gênero não se mostraram bem definidas. Harley & Pastore (2012), visando estabelecer uma estrutura taxonômica básica para Hyptidinae, reconheceram *Hyptidendron* como gênero distinto, colocando *Physominthe* como grupo irmão, preferindo não efetuar nenhuma classificação infragenérica.

Desse modo, *Hyptidendron*, apesar de sua forte unidade morfológica e seu fácil reconhecimento taxonômico, ainda não possui evidências de sustentação filogenética. Além disso, o posicionamento de *Hyptidendron* em Hyptidinae também não se encontra resolvido.

Desta maneira, esta tese tem como objetivo o aprofundamento dos estudos na subtribo, pela maior amostragem de táxons, utilização de técnicas mais recentes em sistemática molecular, e ampliação do número de marcadores, a fim de esclarecer melhor as relações do gênero na subtribo e entre as espécies de *Hyptidendron*. Neste contexto, a utilização de métodos como o Sequenciamento de Nova Geração (NGS), associada a uma ampla

amostragem de táxons, pode ser muito útil para a melhor resolução de filogenias que contavam com incertezas e baixo suporte (Peloso *et al*. 2015). Ainda, objetiva-se atualizar o conhecimento sistemático de *Hyptidendron*, com a resolução da classificação infragenérica, o reconhecimento de espécies novas e estudos detalhados da circunscrição, reconhecimento, distribuição e status de conservação das espécies do gênero.

No capítulo 1 é apresentada uma nova filogenia de Hyptidinae, baseada em dados de genômica nuclear, com o reconhecimento de um novo gênero, *Myriohyptis*.

No capítulo 2 é apresentada a descrição do padrão de venação em *Hyptidendron*, com a descrição de uma nova espécie, *Hyptidendron cerradoense*, reconhecida pela venação única no gênero.

No capítulo 3 é apresentada a revisão taxonômica de *Hyptidendron*.

No capítulo 4 é apresentado um *data paper* com o banco de dados construído para a revisão de *Hyptidendron*.

No capítulo 5 é apresentada uma compilação de trabalhos realizados durante o doutorado com a taxonomia da subtribo, incluindo a descrição de três espécies de *Hyptidendron*, uma espécie de *Cyanocephalus*, uma espécie de *Hyptis* e um artigo com tipificações de espécies de Hyptidinae descritas por Pilger no início do século XX.

Antar, G.M.; Harley, R.M.; Pastore J.F.B. & Sano P.T. 2019. Novelties in *Hyptidendron* (Hyptidinae – Lamiaceae): a new species and a rediscovery. Brittonia 71(1): 64-72.

Bentham, G. 1832-1836. Labiatarum Genera et Species. London: Ridgeway & Sons, 783 pp.

Brazilian Flora Group (BFG). 2015. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. Rodriguésia 66:1085–1113.

Cantino, P.D. 1992. Toward a phylogenetic classification of the Labiatae. Pp. 27-37. In Harley, R.M. & Reynolds, T. (eds) Advances in Labiate Science. Kew: Royal Botanic Gardens.

Endlicher, S. 1838. Genera Plantarum secundum Ordines Naturales disposita. Subtribo III Hyptideae. S.Beck, Vienna, pp 610-611.

Epling, C. 1935-1937. Synopsis of the South American Labiatae. Feddes Rep. Spec. Nov. Beih. 85: 1-341.

Epling, C. 1949. Revisíon del gênero *Hyptis* (Labiatae). Rev. Mus. La Plata (Bot.) 7:153-497.

Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/ >. Acesso em: 05 Dez. 2020

Forzza, R.C.; Baugratz, J.F.A.; Bicudo, C.E.M.; Canhos, D.A.L.; Carvalho, A.; Coelho, M.A.N.; Costa, A.F.; Costa, D.P.; Hopkins, M.G.; Leitman, P.M.; Lohmann, L.G.; Lughadha, E.N.; Maia, L.C.; Martinelli, G.; Menezes, M.; Morim, M. P.; Peixoto, A.L.; Pirani, J.R.; Prado, J.; Queiroz, L.P.; Souza, S.; Souza, V.C.; Stehmann, J.R.; Sylvestre, L.S.; Walter, B.M.T. & Zappi, D.C. 2012. New Brazilian floristic list highlights conservation

challenges. Bioscience, Washington 62: 39-45

Harley, R.M. 1971. An explosive pollination mechanism in *Eriope crassipes*, a Brazilian Labiatae. Botanical Journal of the Linnean Society 3: 183-186.

Harley, R.M. 1988. Revision of generic limits in *Hyptis* Jacq. (Labiatae) and its allies. Botanical Journal of the Linnean Society 98: 87-95.

Harley, R.M.; Atkins, S.; Budantsev, A.; Cantino, P.D.; Conn, B.J.; Grayer, R.; Harley, M.M.; De Kok, R.; Kretovskaja, T; Morales, R.; Paton, P.J.; Ryding, O & Upson, T. 2004. Labiatae. In Kadereit, J.W. (ed.) The families and genera of flowering plants, vol. 7. Berlin: Springer.

Harley, R.M. & Pastore, J.F.B. 2012. A generic revision and new combinations in the Hyptidinae (Lamiaceae), based on molecular and morphological evidence. Phytotaxa 58: 1-55.

Harley, R.M. & Antar, G.M. 2017. *Hyptidendron albidum* (Lamiaceae, Hyptidinae), a remarkable new species from northern Minas Gerais state, Brazil. Phytotaxa 308: 97-103.

Junnel, S. 1934. Zur Gynaceumorphologie und Systematik der Verbenaceen und Labiaten. Symb. Bot. Upsal 4: 1-219

Li, B.; Cantino, P.D.; Olmstead, R.G.; Bramley, G.L.C.; Xiang, C.; Ma, Z.; Tan, Y. & Zhang, D. 2016. A large-scale chloroplast phylogeny of the Lamiaceae sheds new light on its subfamilial classification. Scientific Reports 6: 34343.

Li, B. & Olmstead, R.G. 2017. Two new subfamilies in Lamiaceae. Phytotaxa 313(2): 222-226

Morim, M. P. and E. M. N. Lughadha. 2015. Flora of Brazil Online: Can Brazil's botanists achieve their 2020 vision? Rodroguésia 66: 1115–1135

Pastore, J.F.B.; Harley, R.M.; Forest, F.; Paton, A.J. & Van der Berg, C. 2011. Phylogeny of the subtribe Hyptidinae (Lamiaceae tribe Ocimeae) as inferred from nuclear and

plastid DNA. Taxon 60: 1317-1329.

Pastore, J.F.B.; Antar, G.M.; Soares, A.S.; Forest, F. & Harley, R.M. A new and expanded phylogeny of Hyptidinae (Ocimeae-Lamiaceae). Systematic Botany: in press.

Stevens, P.F. 2020. Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 2017. http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/.

Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2012. Botânica Sistemática: guia de identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas do Brasil, baseado em APG III.

Wagstaff, S.J.; Hickerson, L.; Spangler, R.; Reeves, P.A. & Olmstead, R.D. 1998. Phylogeny in Lamiaceae s.l. inferred from cpDNA sequences. Plant Systematic and Evolution 209: 265-274.

O resultado apresentado nesta tese traz um significativo acréscimo de conhecimento sobre Hyptidinae e *Hyptidendron*. Com a nova filogenia baseada em 353 marcadores nucleares e 67 terminais de Hyptidinae, pela primeira vez, *Hyptidendron* foi reconhecido como monofilético, com alto suporte e formado por três clados. Estes três clados foram são aqui propostos como seções do gênero, sendo um destes, *H.* sect *Latiflorae* uma seção inédita. Ainda, novas combinações no gênero *Mesosphaerum* são propostas, além da descrição do gênero monotípico *Myriohyptis*. Apesar de futuros estudos filogenéticos ainda serem necessários para elucidar a circunscrição de *Hypenia*, que surge como parafilético, esta nova filogenia provê suporte robusto para as relações da subtribo e fortalece a proposta de Harley & Pastore (2012) do reconhecimento de 19 gêneros – agora 20 - na subtribo, segregados de *Hyptis*.

Com estudos taxonômicos na subtribo, foi possível a descrição de sete espécies novas (1 em *Cyanocephalus*, 1 em *Hyptis* e 5 em *Hyptidendron*), muitas destas baseadas em poucas coletas recentes. Este resultado demonstra que, apesar dos diversos estudos realizados, a diversidade deste grupo ainda não se encontra totalmente descrita e novas coletas e estudos taxonômicos amplos são necessários. Ainda, tipificações são propostas para as espécies da subtribo que ocorrem no estado do Mato Grosso descritas por Pilger, além de diversos nomes em *Hyptidendron*. Esses resultados demonstram a necessidade de revisar a nomenclatura dos táxons da subtribo, em vista do Código Internacional de Nomenclatura para Algas, Fungos e Plantas, possibilitando, assim, maior estabilidade taxonômica para o grupo.

O padrão de venação, ainda pouco explorado na subtribo, foi descrito em detalhes pela primeira vez para *Hyptidendron*, mostrando potencial para o reconhecimento de uma nova espécie. Por fim, *Hyptidendron* foi detalhadamente revisado, com descrições, ilustrações,

mapas de distribuição, além de comentários de ecologia, fenologia, reconhecimento e conservação. No começo do projeto que resultou nesta tese, 17 espécies eram reconhecidas, muitas dessas com problemas de identificação. Após esse estudo, 22 espécies são reconhecidas com suas circunscrições e nomenclatura atualizadas. O banco de dados utilizado para a revisão, baseado na visita de 50 herbários, consulta a bancos de dados de herbários e expedições em campo, é publicado em um *data paper*, visando a disseminação dos dados coletados.

Além da contribuição ao conhecimento do grupo, essa tese demonstra, em seus diversos capítulos, a necessidade e a importância da formação de taxonomistas. Como discutido no *data paper*, ~44% de todas as 1112 coletas analisadas tiveram sua identificação alterada, mostrando a importância de um projeto com foco em um grupo para o real conhecimento deste. Estes resultados tornam-se ainda mais relevantes tendo em vista a conclusão próxima do projeto Flora do Brasil 2020, bem como os resultados do que é considerado o sexto evento de extinção que está atualmente ocorrendo com a biodiversidade da Terra. Como primeiro passo para a conservação, além de estudos químicos, ecológicos e evolutivos, é necessária uma taxonomia robusta para um grupo, fato que, com esse trabalho, mostrou significativo avanço para o gênero *Hyptidendron* e a subtribo Hyptidinae.