

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA  
ÊNFASE EM SISTEMÁTICA VEGETAL**

**VINÍCIUS RESENDE BUENO**

**NEUROLAENEAE SYSTEMATICS**

Porto Alegre

2023

**VINÍCIUS RESENDE BUENO**

**NEUROLAENEAE SYSTEMATICS**

Tese apresentada como requisito parcial para  
obtenção do título de Doutor no Programa  
de Pós-Graduação em Botânica na  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.  
Orientador: Prof. Dr. Gustavo Heiden

**Porto Alegre**

**2023**

## **UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Reitor: Dr. Carlos André Bulhões

Vice-Reitora: Dra. Patrícia Pranke

## **INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS**

Diretora: Dr. Clarice Bernhardt Fialho

Vice-Diretor: Dr. Luiz Roberto Malabarba

## **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**

Coordenador Geral: Dra. Loreta Brandão

Coordenadora Substitua: Dra. Alice Pita Barbosa

### CIP – Catalogação de Publicação

Bueno, Vinicius Resende  
Neurolaeneae Systematics / Vinicius Resende Bueno.  
-- 2023.  
377 f.  
Orientador: Gustavo Heiden.  
  
Coorientador: Morgan Robert Gostel.  
  
Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Porto Alegre, BR-RS, 2023.  
  
1. Abordagens Integrativas. 2. Compositae. 3. Neotrópico. 4. Pessoa com Deficiência. 5. Taxonomia.  
I. Heiden, Gustavo, orient. II. Gostel, Morgan Robert, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo autor.

### **PPGBOT/UFRGS**

Avenida Bento Gonçalves, 9500 – Prédio 43433, sala 214,

Bairro Agronomia, Porto Alegre/RS

CEP: 91501970 Caixa Postal: 15025

Telefone: (51) 3308-7686

E-mail: ppgbotanica.ufrgs@gmail.com

Vinícius Resende Bueno

Neurolaeneae Systematics

Tese apresentada como pré-requisito  
pedido para a obtenção do título  
de Doutor em Botânica,  
Programa de Pós-Graduação em  
Botânica, Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul.

Aprovado em 28 de Fevereiro de 2022.

**Banca Examinadora**

-----

**Prof. Dr. Marcelo Reginato**

-----

**Dr. Alexandre Antonelli**

-----

**Dra. Paola de Lima Ferreira**

Dedico a cada um que acreditou em mim.

## AGRADECIMENTOS

Eu gostaria de começar os agradecimentos por um pedido de desculpas para você que vai ler isso e na busca de encontrar seu nome, não o encontrará. Peço desculpas porque provavelmente esquecerei várias pessoas que foram importantes ao longo desses (praticamente) 60 meses de desenvolvimento da tese. Eu deveria ter começando a escrever isso ao longo dos anos e dos acontecimentos, mesmo sabendo disso eu protelei. Então, te peço desculpas e agradeço pela ajuda e colaboração ao longo do tempo.

Gostaria de agradecer aos meus pais pelo apoio incondicional e desmedido ao longo de todos os meses da minha vida, falar que eu não estaria aqui sem vocês é um tanto quanto literal. Lembro-me do pequeno susto de quando mencionei que iria tentar doutorado no longínquo Rio Grande do Sul e mesmo assim sempre me apoiaram e possibilitaram essa caminhada ocorrer. Obrigado por apoiarem minha ida, minha estadia, terem me visitado e me ajudado a voltar. Todo o amor e agradecimento que eu lhes devotar ao longo da vida serão pouco por tudo que fizeram por mim.

Obviamente, agradeço também aos integrantes honorários que pertencem à galera do Asclepiades, o apoio (até mesmo silencioso) de vocês é fundamental. Em diversos momentos vocês foram a companhia distante, o motivo certo de risadas compartilhadas e de críticas ácidas precisas sobre os mais diversos assuntos que permeiam nossa realidade. Vocês são as melhores companhias que eu já tive nessa vida. Um agradecimento especial, ao membro mais novo desse grupo por ter me aberto às portas da sua casa, ter tido paciência diária comigo e ser todas as mãos na roda no meu cotidiano (eu não sei trocar pneus).

Sem dúvida nenhuma, sou imensamente grato pelo carinho e atenção, além do apoio material e sentimental que minhas avós me proporcionaram (e torço para que isso siga por muitos anos). Obrigado por me ouvirem (literalmente) como poucas pessoas me ouvem e por se preocuparem genuinamente comigo, o cuidado e o carinho de vocês é algo de valor imensurável. Agradeço também aos tios e primos que estiveram comigo nesse processo, por meio de conversas, visitas, convites e por estarem compartilhando momentos felizes comigo em diversos momentos. Especialmente, agradeço Alexandre, Elisabeth, Guilherme e Marcelo: os familiares que por motivos diversos estiveram sob o mesmo teto que eu durante o doutorado, obrigado por terem me visitado e desculpem as condições as quais os recebi, garanto que agora sou um melhor anfitrião.

Aos meus amigos que fiz na minha fase infante-juvenil que moram nesse extenso mundo, agradeço pela amizade sincera, devotada e carinhosa de sempre. Vocês comemoraram comigo a minha ida, cada volta minha e continuamos a nos encontrar ao longo de todo esse

tempo. Obrigado por me ensinarem continuamente sobre a vida, sobre valores necessários para ser uma pessoa melhor e sobre como é bom estar presente (seja da maneira que for). Nominalmente, gostaria de agradecer Alexandre, Aline, Amanda, Carol, Eduarda, Jéssica, Juliana, Luan, Otávio, Paulo, Pedro e Samira por serem amigos perenes e por todo o carinho e amor compartilhado.

Desses que citei, gostaria de agradecer especialmente Jéssica que brincou comigo ainda quando mal tínhamos tamanho para andar, foi minha colega e amiga durante toda a vida escolar. Graduamos juntos e sempre me ouviu falar dos meus projetos e plantinhas com atenção. Além disso, ela foi as minhas pernas (principalmente) e olhos na maior excursão de campo que já fiz na vida, possibilitou que essa aventura acontecesse e ainda me amparou (fisicamente e mentalmente) nessa árdua viagem (e ao longo da vida). E obrigado por ter introduzido essa maravilhosa pessoa chamada Carol na minha vida, fico imensamente feliz por vocês e por ter oportunidade de conviver com vocês.

Agradeço também Alexandre, Cecília e Juliana por terem me ensinado inglês, aposto que foi uma tarefa mais difícil do que vocês me admitam, dada a minha pequena dificuldade de fixação e também pelo meu hábito de conversar durante as aulas. Sem vocês e os seus ensinamentos, eu não teria escrito toda essa tese, tampouco teria feito as viagens que eu fiz. Além disso, vocês se tornaram amigos e tenho muita sorte por isso também, obrigado.

Fazer o doutorado noutra região, noutro estado, numa capital desconhecida e nunca antes pisada foi muito desafiante. Tenho que agradecer a tantas pessoas que provavelmente escreveria infundavelmente ao longo dos anos, tenho muita sorte nessa vida. Bom, agradeço Simone pela colaboração de imediato, pela atenção, carinho, dicas e empréstimos que me possibilitaram a vida em Porto Alegre (PoA). Agradeço também aos moradores do edifício que morei durante os três anos e meio que residi em PoA, principalmente agradeço Marina que de uma simples vizinha do andar superior se tornou uma grande amiga. Obrigado pelas diversas conversas, pela companhia, carinho, idas à praia e pela confiança (sabemos que o mundo é pequeno, mas trate de encurtar as nossas distâncias – agradeceria imensamente).

Gostaria de agradecer aos anônimos, que talvez um dia soube o nome, que me ajudaram e colaboraram comigo de diversas maneiras no meu cotidiano porto-alegrense: as pessoas das mercearias perto de casa que me vendiam gostosos pães, cucas e verduras; aos feirantes que me ajudaram a cultivar esse bom hábito; todos os funcionários do Grêmio Náutico Gaúcho em que nadei por todo esse tempo; o mecânico que trabalhava no mesmo quarteirão em que eu morava; o chaveiro defronte o Nacional; o Studio Morem e sua equipe que me possibilitaram fazer aulas de Pilates da primeira à última semana que estive em PoA e

até mesmo quando estava longe em aulas virtuais (Bruna e Mayani)... Sou imensamente grato a todos esses e também àqueles que me deram bom dia, que fizeram meu dia levemente mais divertido e agradável.

Agradeço também a toda equipe do Programa de Pós-Graduação em Botânica, especialmente Milene e o Prof. Gehrard que foram cruciais desde os primeiros dias que um aluno mineiro e cheio de perguntas escreveu para eles sobre o processo do doutorado – jamais esquecerei que o Prof. Gehrard me ajudou antes mesmo do término do período de inscrição do doutorado, tirando todas as dúvidas que eu tinha e por possibilitar eu usar seu laboratório esporadicamente durante a pandemia. Sou grato a todos os professores que nesse meio tempo me deram aula e colaboraram ativamente para a minha formação. Nominalmente gostaria de citar a Prof<sup>a</sup>. Verônica Thode que me ensinou sobre NGS e foi crucial num momento de muita dúvida na análise das sequências; a Prof<sup>a</sup>. Tatiana que me possibilitou a maior experiência e de maior qualidade em uma sala de aula na Universidade; e também o Prof. Rodrigo que me abriu as portas de seu laboratório durante todos os anos que estive na UFRGS, sem dúvida nenhuma, eu não teria feito metade do que fiz sem a colaboração do senhor, sem esse auxílio e também pela atenção durante o período pandêmico. Um adicional agradecimento encaminho ao prof. Jefferson Prado por todos os ensinamentos sobre nomenclatura e pela atenção gigantesca em cada e-mail ao longo dos anos.

Além desses, gostaria também de deixar um agradecimento ao pessoal do ICN pela atenção, cuidado, paciência e colaboração que tanto me fizeram bem pessoalmente e academicamente. Outro pessoal da UFRGS que não posso deixar de agradecer é toda a equipe do Instituto de Biociências que me ajudou a obter credencial mensalmente, além de me cederem chave e garantirem que eu usaria o banheiro mais próximo de mim. Além desses, gostaria de agradecer a cada um dos terceirizados que foram durante meses as únicas companhias que tive no ambiente da universidade em tempos de instituição deserta. Obrigado pela atenção, cuidado e por toda a compreensão.

Na Universidade, tive a sorte de fazer vários contatos, colegas e amigos que me ajudaram de diversas maneiras, desde companhia para viagens e almoços no RU, auxílio com informações precisas e troca de ideias sobre a vida, a pós, o mundo e mais uma infinidade de temas. Agradeço Adriana, Anderson, Ana, Bárbara, Caleb, Guilherme, Igor, Júlia Kiliper, Júlia Fialho, Martin, Óscar, Rafael e Vinícius por terem me ajudado bastante do início ao fim da minha trajetória. Sou grato também à Viviane que foi além do convívio na Universidade e foi uma ótima companhia até mesmo quando estávamos fora do país, numa grata coincidência do destino e que me proporcionou ótimas memórias, espero que para ti também. Ademais,



gostaria também de agradecer Júlia K. que foi apoio emocional e carinho no início desse Doutorado.

Além desses que citei, gostaria de agradecer também ao pessoal que segue sem ideias até o momento, mas que está sempre do meu lado quando preciso de ajuda e por terem me visitado conjuntamente tanto em Porto Alegre, como em Uberlândia. Obrigado Claudenice por ter entrado na minha vida desde o primeiro dia acadêmico, por ter confiado em mim, ter me feito companhia em diversas situações boas e inusitadas, por ser irmã de orientação e mais do que um ombro amigo. Agradeço-te também, Mônica, por ter entrado na minha vida e termos comemorado juntos o nosso aniversário, pela amizade ao longo do tempo, pela companhia, empréstimo de chave e trocas de ideias. Obrigado vocês duas por terem se tornado, recentemente, as pessoas mais presentes nesse fim de doutorado e por me ouvirem reclamar ou escutar meus complexos e duvidosos devaneios científicos.

Sou extremamente grato à Ana Cassol que me ajudou tanto que nem sei dizer... Obrigado por ter me ouvido, ter colaborado, conversado, me abrigado e ter sido apoio em momentos tão difíceis para ambos. Ana foi meu ombro amigo durante grande parte da pandemia, sem ela não sei como teriam sido os longos meses de quarentena em que minha convivência se restringiu a ela. Obrigado pela parceria na vida, nos momentos de tomar sol, de apanhar abacates no terceiro andar do prédio em que você morava, nas parcerias acadêmicas que renderam frutos (menos saborosos que abacates, mas assim mesmo valiosos). Obrigado por ter chorado comigo, comido bastante, visto filmes e ter me levado até o aeroporto no último dia – nada poderia ser mais simbólico do que isso.

Por meio de coincidências que só quem é falante a extremo tende a vivenciar, conheci Lua e sem dúvida nenhuma, foi uma das melhores coisas que me aconteceu nesse meio tempo. Obrigado por toda a generosidade, carinho, atenção e cuidado. Serei sempre grato por ter me aberto às portas da sua vida e da sua casa, por termos tido momentos maravilhosos no laboratório em conversas intermináveis, pelas fotografias belíssimas e também por me ensinar tanto nessa vida. Obrigado por ter me introduzido aos seus entes mais queridos e por me proporcionar as melhores memórias dos últimos meses de convívio em PoA.

Eu não poderia imaginar que um estágio (acima mencionado), possibilitaria que eu fizesse uma amizade verdadeira e tão maravilhosa. Obrigado Luana por ter sido minha aluna (talvez a experiência não tenha sido tão traumática) e ter se tornado minha amiga, minha companhia no Vale, no campo e em tantos diferentes momentos. Obrigado por ter me ajudado com a mudança, com a minha partida e por toda a amizade incrível que desenvolvemos. Tenho muito orgulho e felicidade de termos nos encontrado nessa vida e sei que ainda nos

veremos mais. Agradeço também ao Ezequiel que se tornou um amigo curioso e atencioso no campo e também presencialmente em inúmeras conversas.

Aleatoriamente (ou não), conheci inúmeras pessoas que me fizeram bem, foram companhia e atenção, carinho e cuidado à distância, virtualmente ou presencialmente. Sou grato a todas elas que me deram companhia, que trocaram ideias comigo e que me ensinaram muito, além de terem compartilhado tanto. Impossível citar todas essas pessoas, mas saibam que um pouco de cada uma levarei comigo em histórias, ensinamentos e com enorme carinho. São diversas as pessoas que eu poderia citar, duas delas são: Fernanda (foi muito bom conviver com sua inteligência, perspicácia e senso de humor – ainda sinto muito por ter ficado preso no próprio prédio e não ter conseguido ir te visitar) e Carol (que entrou próximo a minha partida e mesmo assim fez muito por mim, obrigado por estar no meu coração e pelo carinho de sempre).

Gostaria de agradecer à Jusse, que tive a imensa sorte de conhecer já no primeiro inverno (que ambos detestamos) em que estava em PoA, obrigado pelo carinho, atenção, cuidado, devoção e amizade. Você sabe bem o quanto me fez bem e obrigado por ter me introduzido na sua vida, me apresentado às maravilhosas Jordana e Michelle (que deveriam morar mais perto, assim como você). Obrigado pelas inúmeras atividades que fizemos juntos, por me convidar e aceitar meus convites, por ser amiga do início ao fim. Agradeço também o Matias que, por meio também da Jusse, conheci. Obrigado pela companhia constante no RU, pela atenção, companhia, torcida e por ser meu amigo.

Também devo agradecimento a três amigas que conheci no mesmo local: o RU Saúde. Obrigado Alicia pela amizade, carinho, por ter me feito companhia dentro e fora da universidade e até me aceitado em sua casa. Agradeço também Laís pela companhia em diversos almoços e até em jantares regados com muito basquete. Foi incrível aquele playoff que vimos juntos, extremamente divertido e com carinho carregarei todas essas memórias; obrigado por ter me apresentado o Gabriel e por me ensinar muito em todo esse tempo. A terceira amiga é Nicolle, obrigado pela nossa amizade, por ter me incluído, me feito sentir parte dos seus amigos e pela colaboração, atenção e carinho de todo esse tempo – espero estar em mais aniversários seus. Além delas, gostaria de agradecer a Eduarda pela amizade que se desenvolveu nos primeiros momentos da vida na UFRGS, ter alguém da terrinha por perto já fez uma enorme diferença, obrigado.

O isolamento experimentado nas terras gaúchas fez com que a convivência remota e online com pessoas que eu gostava se fizesse obrigatória, diversas relações se criaram e se aprofundaram nesse processo, como Genise e Fabíola: nossas multiquilométricas relações que

só foram presenciais de forma efêmera num passado distante; agradeço também Júlia Gomes por estar presente desde 2013 na minha vida, obrigado por ter me ouvido, lido e pela convivência sempre maravilhosa.

Outras relações que gostaria de agradecer por terem existido e se aprofundado são para o grupo do FCToro, obrigado por me receberem e me incluírem ao longo de todo esse tempo, na pandemia vocês foram uma das poucas salvaçãoes que garantiram qualquer prazer no cotidiano de confinamento. São várias memórias boas que carregarei comigo do nosso convívio e também de tudo que me ensinaram ao longo dos anos. Outro grupo que gostaria de agradecer por ter sido incluído é o do CONBA, com certeza vocês ajudaram acrescentando mais uma camada de diversão nesses anos corridos de doutorado.

Agradecimentos mais do que especiais devo à Thais, obrigado por ter me proporcionado momentos ímpares durante minha estadia em PoA e por estar ao meu lado no campo diversas vezes. Por ter me ouvido falar sobre o que eu estava fazendo na pesquisa, ter me acompanhado não só no trabalho remoto, assim como no laboratório.

Nosso cotidiano é totalmente preenchido por consumo de informação de inúmeras maneiras, desde que me mudei para Porto Alegre comecei a ouvir dois podcasts sobre um esporte que havia recém-começado a acompanhar com afinco: basquete. Esses podcasts (e seus quatro apresentadores) são parte do meu cotidiano nos últimos quatro anos e meio, estiveram comigo em tarefas do dia-a-dia, viagens, deslocamento urbano e até nas caminhadas diárias dos últimos tempos. Obrigado Bola Presa e Café Belgrado, por serem essa excelente companhia, pelo conteúdo de extrema qualidade, por terem me ensinado tudo que sei sobre a NBA, pelo senso crítico e bom humor. Além deles, gostaria de agradecer Casimiro que passei a consumir conteúdo por último, com relação aos podcasts, mas que me ajudou muito nas milhares de horas solitárias que passava no laboratório durante a pandemia (literalmente sozinho no prédio). Ouvir seus comentários e suas histórias me ajudou a fazer com que o tempo passasse mais leve nesses momentos tão pesados e difíceis.

Gostaria de endereçar meus sinceros agradecimentos a toda à equipe do Hospital Sarah Kubitscheck, uma equipe enorme que sempre me tratou muito bem e que possibilita que eu esteja bem ao longo de todos esses quase vinte anos que trato lá. Impossível eu citar nome de todos com quem já tive trocas nesses atendimentos, exames, internações; mas para representar todos, agradeço nominalmente Aimee A. Cabral que vem me acompanhando por muito tempo com extrema atenção e carinho. Sou muito grato por fazer tratamento nesse hospital e minha esperança é que mais pessoas (que precisem) tenham a mesma oportunidade que eu.

No período em que fiz o mestrado, devido às minhas limitações físicas, não fui ao campo coletar e nem ver plantas. No doutorado, tracei algumas estratégias para viabilizar ver indivíduos de *Calea* no campo, algumas delas incluíram ir de carro até as plantas que “gentilmente” ocorriam perto das estradas. Porém, outras ocorriam no alto de morros e que são lugares naturalmente desgastantes para meu corpo, por isso, sou extremamente grato à ONG Montanha para Todos que desenvolveram a Julietti, um monociclo adaptado que permite que pessoas com mobilidade reduzida (no caso, eu) consigam estar ativamente no campo, mesmo em terrenos acidentados.

Agradeço também às pessoas que me carregaram nesses dias, acho que todas foram já citadas anteriormente, com exceção de Nico que no mesmo dia que me conheceu, já me ajudou a carregar. Fiz expedições de campo em Minas Gerais com o apoio integral dos meus pais e da Jéssica, conforme mencionei; sobre essas viagens gostaria de agradecer também ao pessoal do Parque Nacional da Serra do Cipó que me levaram ao campo várias vezes, me ajudaram a procurar as plantas com sua experiência e dicas, além da estadia; agradeço também o pessoal do Parque Estadual do Biribiri e do Parque Estadual da Serra do Cabral que colaborou efetivamente me levando aos pontos de coleta das plantas que buscava.

Registro aqui meu enorme agradecimento à centena de pessoas que compartilharam fotografias comigo através desses anos, com essa ajuda pude conhecer em campo diversas espécies que sei que jamais terei a oportunidade de ver. Como é inviável citar todos, gostaria de agradecer nominalmente Alice Scharmach pelo raro encontro, cuidado e atenção; e Bianca Schindler que enviou fotografias, espécimes e amostras para a realização do meu trabalho – muito obrigado, sua colaboração (assim como as dos demais) foi crucial para meu trabalho.

Durante a minha estadia em Porto Alegre, tive possibilidade de ir ao campo nos morros da cidade, principalmente na área da APAMECOR, onde com a colaboração de toda a equipe e principalmente do Sr. Joseandro de Deus Santos da Rosa, consegui encontrar uma espécie ameaçada de extinção: *Calea kristinia*. Além disso, viajei para diversos lugares e por isso agradeço a todas as equipes que me receberam bem nos diferentes herbários. Em especial gostaria de agradecer P.O. Rosa que me recepcionou em um desses herbários e ainda teve o cuidado de me levar ao campo de carro até onde havia algumas *Calea*.

Também sou grato a todas as pessoas que me abrigaram ou estiveram comigo nesses caminhos: Cris (a primeira a me encontrar quando ainda estava indo para Porto Alegre), Pedro Henrique, Giovanna, Mayara, Jéssica N., Marco, Larissa, Paulo Guilherme (Pinguim), Alex e Jacqueline, Gabriela, Cleusa, Lourdes, Lúcia, Marilza, Pedro, Marisa, Eduardo, João Iganci, Luan, Guilherme e Thais. Outros me receberam em andanças ainda mais distantes e, assim

como os acima mencionados, fizeram das minhas viagens muito mais prazerosas: Alicia, Arlo, Beatrice, Paula, Thiago, Ricardo (e família), Rodrigo, Eva, Ruth, Rodrigo, Bernardo, Olivier.

No mundo das Asteraceae, gostaria de agradecer diversas pessoas pelas trocas de informação, aprendizado, compartilhamento, ajuda, envio de fotos e toda sorte de trocas que houve entre nós nesse período de Doutorado, mas também antes, incluindo a graduação. Obrigado Silvana por ter me introduzido às Asteraceae, por ter me orientado desde quando eu tinha recentes 18 anos e por ter me sugerido trabalhar com as “amarelas”; agradeço novamente Jimi Nakajima por ter sido um professor e instrutor durante o fim da graduação, especialmente no mestrado e até agora, obrigado por tudo que me ensinou.

Especial agradecimento devo ao Prof. Gustavo Heiden, obrigado por ter me ajudado na graduação, mas principalmente pelo aceite de me orientar durante todo o doutorado, foram anos difíceis e sei que o simples fato de me orientar à distância deve ter sido muito desafiante. Obrigado por toda a parceria e compreensão durante esse tempo; agradeço também pelos ensinamentos, por me estimular a ir ainda mais longe e por acreditar nisso firmemente – em momentos que eu não acreditava, mas dizia superficialmente que sim. Sem toda a sua cooperação e coordenação, nada teria acontecido, serei sempre grato por toda nossa parceria.

Devo agradecimentos ainda a outros sinanterólogos e botânicos que muito me ensinaram de diversas maneiras e que contribuíram como parceiros, como exemplos, como compartilhadores de informações e mídias: Aristônio, Benoît, Carolina, Danilo, Giselle, Genilson, Gustavo, Jacqueline, Liris, Maria, João e Maurício. Obrigado por tanta ajuda nesse tempo, por tantos ensinamentos e por me ajudarem a entender melhor o mundo das Asteraceae.

Sem dúvida nenhuma uma das pessoas mais importantes no meu doutorado foi Morgan R. Gastel. Foi uma oportunidade incrível trabalhar à distância e presencialmente com ele. Aprendi absurdamente tanto no âmbito pessoal quanto no profissional e sem toda a sua colaboração, eu teria feito muito menos do que consegui nessa tese. Espero que essa parceria renda ainda mais frutos ao longo de toda nossa vida. Agradeço por ter me recebido tão bem e por esse fator devo também agradecimentos ao Special Agent Dale Cooper e Manu que foram ótimos anfitriões também.

Sobre essas viagens ao exterior, devo agradecimentos à equipe dos diversos herbários que me receberam tão bem: BM, BRIT, K, MO, NYBG, P e US. Nominalmente gostaria de agradecer Alejandra Vasco, Carol L. Kelloff, D. J. Nicholas Hind, Federico Fabriani, Florian Jabbour, Jordan K. Teisher, Lauren Boyle, Peter Fritsch e Tiana F. Rehman – vocês foram

cruciais para o desenvolvimento dos meus estudos nesses herbários acima citados, serei sempre grato a vocês pela compreensão e toda a colaboração de vocês.

Falar das Asteraceae aos quatro cantos me propiciou uma oportunidade pessoal incrível: ser amigo de Danielle Remor. É simplesmente inacreditável a sorte que tive em te conhecer e entrar em contato contigo, aleatoriamente, naquele fim de noite de terça. Obrigado pela compreensão, atenção, cuidado e amizade durante esses quase dois anos. A cumplicidade que sempre houve entre nós é tão grande que distâncias já se mostraram pequenas e superáveis e espero que continuem sendo assim. Agradeço-te por todo seu coração enorme, pelo carinho devotado, pelas exsiccatas, pela parceria no artigo (e que venham outros) e pela ajuda com as imagens.

Ainda nessa esfera acadêmica, agradeço Débora e Carol pela paciência e parceria ao longo de todo o tempo, vocês colaboraram muito, foi realmente incrível trabalhar com vocês. Preciso agradecer também outros quatro botânicos (não só de sinanterólogos vive o mundo), que foram amigos e parceiros todo esse tempo: (a supracitada) Carol, Diego, Maria Tereza e Natacha, meu coração é todo de vocês, obrigado por estarem na minha vida há tanto tempo, pela nossa terna amizade e que continuemos assim. Obrigado pela companhia, por me ouvirem falar tanto sobre *Calea*, pelos nossos encontros maravilhosos (os por acaso e os intencionais), por terem me ensinado e me ajudarem durante os momentos que me borbulhavam ideias, sem vocês elas não teriam sido tão bem lapidadas.

Outras pessoas que não posso deixar de agradecer são a Prof. Jaqueline que depois de tanto tempo que tinha me dado aula, aceitou ser minha colaboradora e parceira de trabalho, abrindo um leque de possibilidades de diferentes abordagens com *Calea*. Com relação a esse projeto, sou imensamente grato à Marcelly, foi muito bom conviver e aprender contigo. Peço desculpas a vocês duas por qualquer erro meu no desenrolar do projeto e obrigado pela confiança de ser pela primeira vez na minha vida um “co-orientador” da Marcelly. Foi uma experiência incrível aprender e desenvolver esse projeto com vocês.

Gostaria de endereçar agradecimentos também à Simone Cartaxo, Vânia Esteves que aceitaram meu convite e desenvolveram comigo um projeto lindo sobre palitaxonomia de *C. sect. Meyeria*. Obrigado pela compreensão, dedicação e parceria ao longo desses anos. Outra pessoa que preciso agradecer é Marcelo Bueno pelo desenvolvimento ao longo dos anos de uma parceria muito prolífica e que dará mais frutos (no caso, cipselas).

A fase final do doutorado foi morando em Uberlândia, agradeço a todos que me ajudaram nessa volta, os amigos que me deram uma ajuda gigante na mudança, assim como todos aqueles que estavam em Uberlândia e fizeram desse tempo uma época muito boa. Seria

praticamente impossível citar todos, mas destaco aqueles que mais conviveram comigo: Bárbara, Vinicius, Thésia, Naka, Luisa, Luiza, Igor, Bárbara, Laila, Nane, Sarah, Emilio, Rafael, Mariana, Felipe, Paula (Henrique e Attilio), Mariane, Annelise, Fred, Thayane, Maria Luiza, Gabriel, obrigado pelos momentos divertidos que compartilhamos e que tenhamos mais momentos como esses que tivemos ao longo da nossa vida. Além deles, serei sempre grato a toda equipe do HUFU que me recebeu tão bem novamente, possibilitando meu estudo com seu acervo, a Professora Rosana e o Professor Jimi que já tinham sido importantes durante meu mestrado, foram agora novamente.

Especialmente gostaria de agradecer Beatriz por todo o carinho, cuidado, atenção e dedicação no tempo que convivemos; obrigado por me ouvir falar diversas vezes sobre meus estudos, sobre as plantas e o que estava acontecendo nessa esfera da minha vida; obrigado por termos nos divertido tanto e ter me ensinado milhares de coisas durante nosso percurso em conjunto; agradeço por todas as risadas, conversas e todos os sentimentos que existiram; serei sempre muito grato pela oportunidade maravilhosa que foi estar ao seu lado.

Annelise, obrigado pela amizade enorme que mantivemos ao longo desse tempo, por ter me visitado lá e agora aqui tantas e tantas vezes. Sem dúvida nenhuma, você foi a maior parceria durante o mestrado e que bom que isso se perdurou, se aprofundou. Obrigado por ter incluído em nossa amizade, o Fred, foi muito bom conviver com vocês, jogar, comer, se divertir, ver coisas juntos e até mesmo sofrer derrotas inesperadas. Espero que ainda tenhamos muitos e muitos anos juntos de amizade para seguirmos assim, juntos.

Luiza, obrigado por todo o compartilhamento de momentos, de diversão, de conversas e trocas de muito cuidado e respeito. Agradeço-te por me possibilitar fazer novos amigos e conhecer mais gente, incluindo o Igor e também te agradeço pela pronta disposição para estarmos juntos, isso é extremamente valioso. Comemoramos junto uma das vitórias mais saborosas que tivemos nesses últimos tempos, ganhamos e perdemos juntos. Foi muito bom conviver com você novamente e espero que isso perdure, pois me faz absurdamente bem.

Sarah, ainda bem que durante certo tempo da minha vida nos idos 2016, eu fazia natação gratuitamente na UFU e pegava ônibus intercampi. Ainda bem que você estava ali, perto da porta, falando sobre o Serginho Groismann... Já são mais de seis anos de muita amizade e espero que dure enquanto estivermos por aqui. Obrigado pelos diversos momentos marcantes, assim como pelos momentos simples e do cotidiano também e por me incluir no seu seio familiar e até me possibilitar ter outro amigo: Emílio. Obrigado vocês dois por serem tão incríveis, parceiros e agradáveis. Espero que tenhamos muitos outros momentos para compartilhar ao longo da nossa vida.

Conforme disse no início, é extremamente lógico e esperado que eu não tenha citado pessoas que mereciam, pessoas que me ajudaram direta ou indiretamente nesse processo longo de praticamente 60 meses. Novamente, gostaria de agradecer a todos que estiveram comigo, torceram por mim e para os que bravamente leram isso até o fim.

Por último, mas igualmente importante, gostaria de agradecer as diferentes agências de fomento que apoiaram esse projeto. O fomento foi crucial para que todas as atividades de campo, viagens a herbários nacionais e internacionais e análises filogenéticas fossem realizadas. Agradeço ao CNPq (141645/2018-0) pela bolsa concedida de doutorado, ao CAPES/PROAP pelo apoio financeiro em diferentes expedições, ao Smithsonian pelo Harold E. Robinson and Vicki A. Funk Award 2020, a Society of Systematic Biologists pelo Mini-ARTS Awards 2021, e ao IAPT Research Grants 2020 pelos apoios financeiros concedidos.

Obrigado por tudo – digo novamente – e que venham mais sessenta anos de vida (no mínimo)!



“A gente é torto igual Garrincha e Aleijadinho,  
ninguém precisa consertar”

Celso Viáfara e Vicente Barreto

## Abstract

Neurolaeneae is one of the 50 tribes of Asteraceae. This taxon was first recognized on a morphological basis in 1927, later ranked as a subtribe in 1981, and then reinstated at tribal level supported by molecular data in 2002. Except for a few taxonomic revisions, no phylogenetic systematic study has been carried out focused on the tribe since its first circumscription. In fact, only five species have been sampled in phylogenetic studies of the family to date (2.7% of the tribe). Thus, Neurolaeneae represents a neglected tribe regarding phylogenetic studies. The development of an integrative approach to understand the systematics of Neurolaeneae and its most species-rich genus *Calea* is necessary. The goal of this dissertation is to advance the knowledge on the diversity, distribution, and evolution of this enigmatic tribe. To achieve this goal, I based my studies on classical taxonomy and molecular phylogenetic methods. The taxonomic studies were based on the assessment of 14,274 specimens from 70 herbaria either visited (46) or based on loans (24) or through high-definition images. Morphological descriptions were based upon 365 specimens. For molecular phylogenetic reconstruction, 63 species were sampled (35% of the tribe). The thesis is divided in 4 chapters. The Chapter 1 presents a morphological and geographical overview of Neurolaeneae and its genera. The Chapter 2 is the culmination of efforts that allowed the recognition of six new species (five in *Calea* and one in *Neurolaena*); two new nothospecies of *Calea* for science; and the establishment of a new combination and a new name for *Calea*. Furthermore, this part includes taxonomic keys to identify these new taxa as well as proposals for new taxonomically informative terminology to characterize the receptacle and the pappus in the tribe. Articles already published that are related to this chapter are listed at the end. The Chapter 3 highlights nomenclatural and taxonomic synopses for *C.* subgen. *Teucrifolia*, *C.* sect. *Meyeria*, and *C.* ser. *Candolleanae*, and a taxonomic revision of *C.* sect. *Meyeria*. This chapter is the sum of nomenclatural and taxonomic actions treated here and also includes 17 lectotypifications, one neotypification, five new synonyms and corrections or supplementation for amendments on the information of nine collection dates, six collecting places, two collector's names and two collection numbers of type specimens. The Chapter 4 comprises an integrative study based on phylogenetic, morphological and geographic molecular data, which aims to understand evolutionary relationships in Neurolaeneae. One of the highlights of this phylogenetic reconstruction is that *Staurochlamys*, previously classified in Coreopsideae, should be included in Neurolaeneae for turn it monophyletic. Further, a new infratribal classification recognizes 4 subtribes (with the maintenance of Heptanthinae, the

recircumscription of Enydrinae and Neurolaeninae, and the proposal of the new Caleineae); six genera (*Calea*, *Enydra*, *Greenmaniella*, *Heptanthus*, *Neurolaena*, and *Staurochlamys*); 8 subgenera (four resurrected, three new, and a new status and combination); 18 sections (13 new); and 16 series (12 new). The new classification is presented together with an updated taxonomic synopsis where 185 species are presented. Lastly, I report in an appendix my personal experiences as a person with disability pursuing a PhD degree and navigating through academia and the plant systematics world, which still currently lacks infrastructure and resources necessary to accommodate and be accessible to all people. There were (and there is) many obstacles along the way, just as there were several advances that I have achieved so far, including completing my doctorate. Further studies are needed to improve our understanding on Neurolaeneae, a tribe hitherto poorly known to science, as well as better resources are necessary to support the inclusiveness, diversity, and equity that is not fully represented and properly addressed even when considering systematics, the study of biological diversity and its evolution.

Key-words: Compositae, Heliantheae Alliance, Integrative approaches, Neotropics, Person with disability, Taxonomy

## Resumo

Neurolaeneae Rydb. é uma das 50 tribos de Asteraceae. Esse táxon foi primeiramente reconhecido morfológicamente em 1927, mais tarde ranqueado como uma subtribo em 1981 e depois re-elevado ao nível de tribo com suporte de dados moleculares em 2002. Com exceção de poucas revisões taxonômicas, nenhum estudo sistemático com abordagem filogenética foi desenvolvido para a tribo ou qualquer um dos seus grupos infratribais. Ao todo apenas cinco espécies (2,7% da tribo) já foram incluídas em filogenias para a família. Assim, essa tribo representa uma tribo negligenciada com relação a estudos filogenéticos e é extremamente necessário desenvolver um estudo sistemático integrativo com foco em Neurolaeneae, especialmente *Calea* – o gênero com maior número de espécies na tribo. Portanto, o objetivo dessa tese é avançar no conhecimento da diversidade, distribuição e evolução de Neurolaeneae. Para a realização deste trabalho, eu baseei meus estudos em taxonomia clássica e métodos filogenéticos moleculares. Os estudos taxonômicos foram baseados na análise de 14274 espécimes em 46 herbários visitados ou baseados em imagens de alta definição de 24 herbários. Desses, 365 espécimes foram detalhadamente descritos. Para a reconstrução filogenética, 63 espécies foram amostradas, 35% da tribo. A tese é dividida em quatro capítulos. O Capítulo 1 apresenta um panorama morfológico e geográfico de Neurolaeneae e seus gêneros. O Capítulo 2 é um conjunto de esforços que permitem o reconhecimento de seis novas espécies (cinco para *Calea* e uma *Neurolaena*) e duas novas notoespécies para *Calea*, assim como é proposto uma nova combinação e um novo nome para *Calea*. Além disso, esse capítulo inclui chaves taxonômicas para reconhecer esses novos táxons e novas terminologias taxonomicamente informativas para a caracterização do receptáculo e do pápus para a tribo. Os artigos já publicados que fazem parte desse capítulo, são listados no fim desse. O Capítulo 3 apresenta sinopses nomenclaturais e taxonômicas para três táxons infragenéricos de *Calea* (*C.* subgen. *Teucrifolia*, *C.* sect. *Meyeria*, *C.* ser. *Candolleanae*) e uma revisão taxonômica de *C.* sect. *Meyeria*. Este capítulo inclui 17 lectotipificações, uma neotipificação, cinco novos sinônimos e correções ou complementações para alterações nas informações de nove datas de coleta, seis locais de coleta, dois nomes de coletores e dois números de coleta de espécimes-tipo. O Capítulo 4 compreende uma abordagem integrativa baseada em dados moleculares filogenéticos, morfológicos e geográficos, que visa entender as relações evolucionárias em Neurolaeneae. Um dos destaques dessa reconstrução filogenética é que *Staurochlamys*, previamente classificado em Coreopsidae, deve ser incluído em Neurolaeneae para que essa tribo seja monofilética. Uma nova classificação infratribal foi proposta reconhecendo quatro subtribos (com a proposição de Caleineae e a recircunscrição de Enydrinae e Neurolaeninae),

seis gêneros (com a inclusão de *Staurochlamys*), 8 subgêneros (quatro ressuscitados, três novos e uma nova combinação), 18 seções (13 novas) e 16 séries (12 novas). A nova classificação é apresentada juntamente com uma sinopse taxonômica atualizada em que 185 espécies são listadas. Por último, eu reporto em um apêndice minhas experiências pessoais como uma pessoa com deficiência alcançando o Doutorado e através de toda a minha carreira acadêmica e o mundo da sistemática vegetal, o qual ainda não está preparado para acomodar diversidade humana. Houve muitos (e ainda há) obstáculos no caminho, assim como houve diversos avanços que conquistei até aqui, inclusive a finalização do meu doutorado. Mais estudos são necessários para aumentar nosso conhecimento sobre Neurolaeneae, uma tribo até então pouco conhecida pela ciência, bem como a diversidade humana que não é plenamente representada e devidamente abordada mesmo quando se considera a Sistemática, o estudo da diversidade biológica e sua evolução.

Palavras-chave: Abordagens integrativas, Aliança Heliantheae, Compositae, Neotropics, Pessoa com Deficiência, Taxonomia

## Introduction

Asteraceae Bercht. & J.Presl has ca. 25,000 to 33,000 species (Mandel et al. 2019) currently divided into 50 tribes (Mandel et al. 2019; Susanna et al. 2020), one of which is Neurolaeneae Rydb. Proposed in 1927 (Rydberg 1927), it was later treated as a subtribe (Robinson 1981) and elevated to the tribe level through molecular analysis (Panero & Funk 2002). Panero (2007) did the first taxonomic study focused on the tribe, recognizing three subtribes, five genera, and about 150 species.

According to Panero (2007), the five genera of Neurolaeneae are the monotypic *Greenmaniella* W.M.Sharp that occurs only in Mexico; *Enydra* Lour., which is the most widespread genus occurring on all continents with five species; *Heptanthus* Griseb. that has seven species and curiously, all are endemic to Cuba; *Neurolaena* R.Br. it is the second most species rich genus in the tribe with 13 species and a distribution from Mexico to Bolivia, including the Mesoamerica (Pruski & Robinson 2018); and *Calea* L., the most species rich genus with 125 species (according to Panero 2007) and later expanded to 150 species by Pruski and Robinson (2018).

*Greenmaniella* was studied by Sharp (1935), Panero (2007), and Turner (2014). *Enydra* was revised by Snow (1980) and Panero (2007), and, recently, Bean (2009) revalidated *E. woolsii* F. Muell.. *Neurolaena* has been the focus of several studies published by Turner (1977, 1982, 1985, 1990, 1998, 2014), and Panero (2007). *Calea* is the most species-rich genus and has been extensively researched (Linnaeus 1763; Candolle 1836; Gardner 1848; Bentham and Hooker 1873; Baker 1884; Robinson and Greenman 1896; Malme 1933; Barroso 1975; Robinson 1975, 1979; Pruski and Urbatsch 1983, 1987, 1988; Pruski 1984, 1997, 1998, 2005, 2011, 2013; Wussow et al. 1985; Urbatsch et al. 1986; Pruski and Hind 1998; Panero 2007; Roque and Carvalho 2011; Diaz-Piedrahita and Rodríguez-Cabeza 2012; Pozo and Hind 2013; Silva 2016; Silva et al. 2016; Pruski and Robinson 2018; Silva and Teles 2018; Reis-Silva 2019; Reis-Silva and Nakajima 2020, 2021). Nearly all of these papers are descriptions of new species or taxonomic notes about species of *Calea* from a certain geographic area.

Apart from the taxonomic revisions for *Enydra* (Snow 1980), *Neurolaena* (Turner 1982) and for *Calea* sect. *Lemmatium* Benth. & Hook. f. (Urbatsch *et al.* 1986), no further revisions have been provided for the other genera or infrageneric groups in Neurolaeneae. Moreover, no systematic study based on phylogenetic approaches has been carried out focused on the tribe or any of its infratribal groups. To date, only five species of Neurolaeneae

have been sampled in any published phylogenetic reconstruction for Asteraceae (Panero et al. 1999; Panero & Crozier 2016; and Mandel et al. 2019).

Thus, due to the sparse literature, the species diversity in this tribe (almost exclusively in the Americas), and the lack of integrative approaches combining classical taxonomy and phylogenetic based systematics, the current PhD Dissertation aims to make significant contributions to our knowledge of diversity, geographic distribution, and the evolution of Neurolaeneae.

This dissertation is organized into four parts and one appendix. Part 1 presents an overview of Neurolaeneae. Part 2 is a conjunction of the efforts that allowed the recognition of five new species of *Calea* and one new species of *Neurolaena*, two new nothospecies of *Calea*, the proposal of a new combination and a new name in *Calea*; and it includes taxonomic keys and new terminologies for the characterization of taxonomically informative features, including the receptacle and the pappus in *Calea* and *Neurolaena*. Part 3 presents nomenclatural and taxonomic synopses for three infrageneric taxa and one taxonomic review for infrageneric taxa of *Calea*. Part 4 deals with the phylogenetic reconstruction of Neurolaeneae and the proposal of a new integrative-based (phylogenetic, morphological, and geographical data) classification from subtribes to infrageneric taxa. The new classification is presented along with an updated taxonomic synopsis of 185 species.

Lastly, I report in an appendix my personal experiences as a disabled person pursuing a PhD degree and navigating through the world of academia and plant systematics that are not currently designed to provide adequate support to persons with disability. There were (and there are) many obstacles to accessibility for persons with disability in the sciences, but despite these challenges I have made significant achievements so far, including the completion of my doctorate. Further studies are needed to improve our understanding of Neurolaeneae, a tribe hitherto poorly known to science, as are better resources to support the inclusiveness, diversity, equity, and accessibility that is not fully represented and properly addressed even when considering systematics, the study of biological diversity and its evolution.

### **Bibliography**

- Baker, J. G. 1884. Compositae: Helianthoideae. Pp. 251–258 in: Martius, C.F.P. & Eichler, A.W. (eds.), *Flora brasiliensis*. Oldenbrough, München & Leipzig.
- Barroso, G. M. 1975. De Compositarum Novitatibus. *Sellowia* 26: 102–118.

- Bean, A. R. 2009. Reinstatement of *Enydra woolsii* F.Muell. (Asteraceae: Heliantheae). *Austrobaileya* 8(1): 103–105.
- Bentham, G. & Hooker, J. D. 1873. *Genera plantarum*. London: Reeve & Co.
- Candolle, A. P. 1836. Compositae-Senecioneae. Pp. 497–695 in: Candolle, A.P. (ed.), *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis*, vol. 5. Paris & Strasbourg: Treuttel & Würtz.
- Díaz-Piedrahita, S. & Rodríguez-Cabeza, B. V. 2012. Novedades en asteráceas colombianas - II. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 36: 501–515.
- Gardner, R. 1848. Contributions towards a Flora of Brazil, being the distinctive characters of some new species of Compositae, belonging to the tribe Senecionideae. *London Journal of Botany* 7: 395–425.
- Linnaeus, C. von. (1763) *Species plantarum*, ed. 2, vol. 2. L. Salvius, Stockholm, 1684 pp.
- Mandel, J. R., Dikow, R. B., Siniscalchi, C. M., Thapa, R., Watson, L. E. and Funk, V. A. 2019. A fully resolved backbone phylogeny reveals numerous dispersals and explosive diversifications throughout the history of Asteraceae. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 116: 14083–14088.
- Panero, J. L. and Crozier, B. S. 2016. Macroevolutionary dynamics in the early diversification of Asteraceae. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 99: 116–132.
- Panero, J. L., Jansen, R. K. and Clevinger, J. A. 1999. Phylogenetic relationships of subtribe Ecliptinae (Asteraceae: Heliantheae) based on Chloroplast DNA restriction site data. *American Journal of Botany* 86(3): 413–427.
- Panero, J. L. 2007. Tribe Heliantheae Cass.. Pp. 440–447 in: Kadereit, J.W. & Jeffrey, C. (eds.), *The Families and Genera of Vascular Plants*, vol. 8. Berlin: Springer.
- Panero, J. L. & Funk, V. A. 2002. Toward a phylogenetic subfamilial classification for the Compositae (Asteraceae). *Proc. Bio. Soc. Was.* 115: 760–773.
- Pozo, P. & Hind, D. J. N. 2013. A new species of *Calea* sect. *Meyeria* (Compositae: Heliantheae: Neurolaeninae). *Calea woodii*, from Santa Cruz, Bolivia. *Kew Bulletin* 68: 1–5. <http://dx.doi.org/10.1007/s12225-013-9463-z>
- Pruski, J. F. 1984. *Calea brittoniana* and *Calea kristinia*: Two New Compositae from Brazil. *Brittonia* 36: 98–103. <http://dx.doi.org/10.2307/2806617>
- Pruski, J. F. 1997. *Calea* L.. Pp. 221–236 in: Steyermark, J.A., Berry, P.E. & Holst, B.K. (eds.), *Flora of the Venezuelan Guayana*. Saint Louis: Missouri Botanical Garden.
- Pruski, J. F. 1998. Novelties in *Calea* (Compositae: Heliantheae) from South America. *Kew Bulletin* 53: 683–693. <http://dx.doi.org/10.2307/4110487>



- Pruski, J. F. 2005. Studies of Neotropical Compositae—I. Novelties in *Calea*, *Clibadium*, *Conyza*, *Llerasia*, and *Pluchea*. *Sida* 21: 2023–2037.
- Pruski, J. F. 2011. Compositae of the Guayana Highland—XIV. Four new species of *Calea* (Neurolaeneae) from Tepui summits in Venezuela. *Phytoneuron* 52: 1–9.
- Pruski, J. F. 2013. Studies of Neotropical Compositae—IX. Four new species of *Calea* (Neurolaeneae) from Bolivia, Brazil and Paraguay. *Phytoneuron* 72: 1–4.
- Pruski, J. F. & Hind, D. J. N. 1998. Two new species of *Calea* (Compositae: Heliantheae) from Serra do Grão Mogol and vicinity, Minas Gerais, Brazil. *Kew Bulletin* 53: 695–701. <http://dx.doi.org/10.2307/4110488>
- Pruski, J. F. & Robinson, H. E. (2018) Asteraceae. Pp 1–608 in: Davidse, G., Sánchez, M.S., Knapp, S. & Cabrera, F.C. (eds.), *Flora Mesoamericana*. Saint Louis: Missouri Botanical Garden.
- Pruski, J. F. & Urbatsch, L. E. 1987. *Calea dalyi* (Compositae: Heliantheae), a new species from the Serranía de Santiago, Bolivia. *Brittonia* 39: 201–204. <http://dx.doi.org/10.2307/2807375>
- Pruski, J. F. & Urbatsch, L. E. 1988. Five new species of *Calea* (Compositae: Heliantheae) from Planaltine Brazil. *Brittonia* 40: 341–356. <http://dx.doi.org/10.2307/2807644>
- Reis-Silva, G. A. 2019. *The Genera Calea L. (Neurolaeneae, Asteraceae) in Minas Gerais*. Thesis, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brazil.
- Reis-Silva, G. A. & Nakajima, J. N. 2020. A new species of *Calea* (Neurolaeneae, Asteraceae) from the Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. *Phytotaxa* 432: 199–205. <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.432.2.9>
- Reis-Silva, G. A. & Nakajima, J. N. 2021. A new species of *Calea* (Neurolaeneae, Asteraceae) from the Atlantic Forest, Minas Gerais, southeastern Brazil. *Phytotaxa* 490: 129–136. <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.494.1.9>
- Robinson, H. 1981. *A Revision of the Tribal and Subtribal Limits of the Heliantheae (Asteraceae)*. Washington: Smithsonian Institution Press.
- Roque, N. & Carvalho, V. C. 2011. Estudos taxonômicos do gênero *Calea* (Asteraceae, Neurolaeneae) no estado da Bahia, Brasil. *Rodriguésia* 62: 547–561. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201162308>
- Rydberg, A. 1927. (*Carduales*) *Carduaceae, Liabeae, Neurolaeneae, Senecioneae (pars)*, vol. 34. New York: New York Botanical Garden.
- Sharp, W. M. 1935. A critical study of certain epappose genera of the Heliantheae-Verbesininae of the natural family Compositae. *Ann. Mis. Bot. Garden* 22: 51–152.

- Silva, G. H. L., Bringel, J. B. & Teles, A. M. 2016. A new species of *Calea* (Asteraceae–Neurolaneae) from Goiás State, Brazil. *Phytotaxa* 265: 279–284. <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.265.3.9>
- Silva, G. H. L. & Teles, A. M. 2018. *Calea* (Asteraceae, Neurolaeneae) no estado de Goiás, Brasil. *Rodriguésia* 69: 1851–1875. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201869422>.
- Silva, G. H. L. 2016. *Estudos Taxonômicos do Gênero Calea L. (Asteraceae: Neurolaeneae) na região Centro-Oeste do Brasil*. Dissertation, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brazil.
- Snow, B. L. 1980. The Genus *Enhydra* (Asteraceae, Heliantheae). Thesis, Mississippi State University, Jackson, Mississippi, U.S.A.
- Susanna, A., Baldwin, B. G., Bayer, B. G., Bonifacino, J. M., Garcia-Jacas, N., Keeley, S. C., Mandel, J. R., Ortiz, S., Robinson, H. & Stuessy, T. F. 2020. The classification of the Compositae: A tribute to Vicki Ann Funk (1947–2019). *Taxon*: 1–8.
- Turner, B. L. 1977. New species of *Neurolaena* (Asteraceae-Heliantheae). *Phytologia* 37: 251.
- Turner, B. L. 1982. Taxonomy of *Neurolaena* (Asteraceae-Heliantheae). *Plant Systematics and Evolution* 140: 119–139.
- Turner, B. L. 1985. A new species of *Neurolaena* (Asteraceae-Heliantheae) from Southernmost Veracruz, Mexico. *Phytologia* 58: 497.
- Turner, B. L. 1990. A new species of *Neurolaena* (Asteraceae, Heliantheae) from Southern Mexico. *Phytologia* 69: 172–174.
- Turner, B. L. 1998. A new species of *Neurolaena* (Asteraceae) from Oaxaca, Mexico. *Phytologia* 84: 87–92.
- Turner, B. L. 2014. Tribe Neurolaeneae. The Comps of Mexico, A Systematic Account of the Family Asteraceae. *Phytologia Memoirs* 19: 1–21.
- Urbatsch, L. E., Zlotzky, A. & Pruski, J. F. 1986. Revision of *Calea* sect. *Lemmatium* (Asteraceae: Heliantheae) from Brazil. *Systematic Botany* 11: 501–514. <http://dx.doi.org/10.2307/2419029>
- Wussow, J. R., Urbatsch, L. E. & Sullivan, G. A. 1985. *Calea* (Asteraceae) in Mexico, Central America and Jamaica. *Systematic Botany* 10: 241–267. <http://dx.doi.org/10.2307/2418590>

## Final considerations

During the course of nearly five years, my dissertation was produced alongside the COVID-19 pandemic, one of the most devastating challenges humankind has faced during the last century. This pandemic had significant impacts on my work, including everything from the personal aspect of collaboration and mentorship to the possibility of developing lab and fieldwork. This included nearly nine months without access to the herbarium or laboratory. I also missed important travel opportunities, such as visiting the herbaria in Bahia, some Brazilian states and Paraguay, for which I had already purchased tickets for first half of 2020. Other study trips, such as the one I took to the USA were postponed several times. My first expectation was to travel to herbaria and labs in the USA in October 2020, but instead I only managed to go in May 2022.

Even with these challenges and delays, I have made significant contributions to the knowledge about Neurolaeneae. To carry out this work I visited 46 herbaria (another 24 herbaria had specimens studied based on high-definition images or loans), I reviewed all the available types of Neurolaeneae species that I found personally or in the different virtual platforms: C. V. Starr Herbarium Virtual (2023), Jstor Global Plants (2023) Reflora (2023), Smithsonian Virtual Herbarium (2023), SpeciesLink (2023), and Tropicos (2023). I analyzed about 14,250 specimens of 170 species of Neurolaeneae Rydb., these 12,382 specimens (149 species) are *Calea* specimens. I made new identifications in more than 1,100 specimens and I prepared detailed morphological description from ca. 365 specimens. For molecular phylogenetic analyses I managed to get samples for 35% of the tribe species (63 species).

Based on this effort, I present here 14 articles, six already published. In these articles, six new species are described, one from *Neurolaena* and five from *Calea*. In addition, two new nothospecies, two new combinations, and a new name for *Calea* are proposed. Throughout this work, we produced 10 taxonomic keys that will support the identification of taxa. I have also proposed a new terminology to describe important diagnostic characters for morphological and taxonomic study, including the paleaceous receptacle and the pappus scales. These new taxonomic glossaries were initially proposed for *Calea* to describe 18 species with a partly paleaceous receptacle (smaller proportion of paleae compared to disc florets); however, we found 33 species of *Calea* (ca. 21%) with partly paleaceous receptacle. I have seen that these new terminologies are applicable and potentially informative for *Neurolaena* R.Br. (three species were found with a partly paleaceous receptacle) and ultimately, they will have broad applicability for other taxa in the Asteraceae family.

Importantly, this dissertation also includes the first molecular phylogeny for Neurolaeneae. Until now, only five species from this tribe had been included in any previous molecular phylogenetic study. The phylogenetic hypothesis reconstructed supports that for Neurolaeneae to be considered monophyletic, it must include *Staurochlamys* (previously inserted in Coreopsideae). This work also expands the number of species recognized in the tribe from 150 to 185 species and provides the first comprehensive checklist of species in the tribe. I have also proposed a new infratribal classification that includes the description with the proposal of the new subtribe Caleineae, the recircumscription of Enydrinae and Neurolaeninae, and the placement of a genus previously considered in a different tribe (Coreopsideae) in Neurolaeneae (*Staurochlamys*). I also have updated the infrageneric classification of *Neurolaena* with the four species described after 1982 (Turner 1982), inserting them in the sections and series already proposed.

The phylogenetic results demonstrate that *Calea* is monophyletic and includes 8 subgenera (four resurrected, three new and a new combination); 16 sections (13 here suggested); and 12 series. The infrageneric classification of *Calea* is newly proposed in this dissertation. Among the taxonomic keys produced as part of this work is a comprehensive key for the infrageneric taxa in *Calea*.

The revised nomenclatural contributions from this work include lectotypifications (17 spp.), neotypification (1 spp.), synonymizations (5 spp.), and corrected or indicated the date (9 spp.) and place (6 spp.) of collections. We also indicate the collector number (2 spp.) and the correct collector (2 spp.).

In addition to the papers that are included in this dissertation are other concomitant studies on *Calea* that I have collaborate in, but which were not included in the thesis: Marques et al. (2022) is the first anatomical article for *Calea cypselae* and its results show that the patterns of phytomelanin deposition in this group represent an anatomical novelty in *Calea*, and Neurolaeneae. In fact, I already have samples and a partnership to develop a sampling in all Neurolaeneae genera, which could demonstrate whether the pattern of phytomelanin deposition in Eupatorieae may be an apomorphy for the tribe.

Martins, M. A. et al. (in prep.) that has been completed as a complementary study of my thesis research is the characterization of phyllaries from 14 species of *Calea*, also the first of its kind study for this genus. This study describes what are the well-known and taxonomically important striations of the phyllaries. Results from this study may have taxonomic significance for the genus and infrageneric groups. An analysis of more species of

*Calea* is ongoing and soon, we will also analyze the phyllaries of the other genera of Neurolaeneae; all six genera have striated phyllaries.

Another publication provides results from the first palinotaxonomy study in *Calea*: Bueno et al. (in prep.), a partnership with S. C. Pinto and V. G. L. Esteves, on *Calea* sect. *Meyeria*. This research is ongoing, but preliminary results suggest pollen may be an important diagnostic feature for the eight species of this section. Additional species of *Calea* have already been sampled and we will compare palinotaxonomic data with the infrageneric taxa recognized based on the phylogenetic results.

Also ongoing is an expanded phylogenomic study of Neurolaeneae which will be completed later this year (with greater taxonomic sampling). As we have a detailed morphological and occurrence geographical distribution database for Neurolaeneae, we will leverage the phylogenomic data to understand patterns of morphological character evolution in the tribe and especially in *Calea*.

A partnership with M. L. Bueno is already established to evaluate the morphometry of margins leaf and capitulescence of *Calea* sect. *Meyeria*. In addition, we intend to carry out an ecological niche modeling not only of this group, but also for many others in *Calea*.

From a personal perspective, during my doctorate I became a curator of three genera in Flora e Funga do Brasil (2023): *Calea* (Reis-Silva et al. 2023), *Dimerostemma* Cass. (Nakajima et al. 2023), and *Isostigma* Less. (Borges & Bueno 2023). In addition, this year I will be included as a contributor for *Enydra* Lour. and *Neurolaena*, which is not yet listed in Flora e Funga do Brasil (2023). I am also happy to be one of the 34 editors of the Global Compositae Database (2023), being responsible for Neurolaeneae.

As I am a disabled person with reduced mobility, I dedicated a lot of time to publicizing my research on social media and looking for pictures of Neurolaeneae species. One of the platforms I used the most was iNaturalist (2023). The main advantage of using this platform is that it brings researchers closer to the community and the data goes to GBIF (2023) and today, I am recognized with providing the highest number of determinations for Neurolaeneae on the iNaturalist platform. Using these digital tools, I was able to secure photographs of 101 species of Neurolaeneae (approximately 55% of the tribe) and I have already found records of rare species, such as *Calea martiana* Baker, without this tool, knowing how they look at field would be a difficult task.

In summary, I believe much has been done and we now know Neurolaeneae much better. Luckily, there is still a lot to do and understand from the data we already have, and the ones that will be generated. And that is exactly what I intend to do in the coming years.

## Bibliography

- Borges, R.A.X. and V. R. Bueno. 2023. *Isostigma* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB27120> (accessed 01 Feb 2023).
- Compositae Working Group (CWG). 2023. Global Compositae Database. <https://www.compositae.org> on 2023-02-01. (accessed 01 Feb 2023).
- C. V. Starr Virtual Herbarium. 2023. New York Botanical Garden. <http://sweetgum.nybg.org/science/vh/> (accessed 01 Feb 2023).
- Flora e Funga do Brasil. 2023. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> (accessed 01 Feb 2023).
- GBIF.org. 2023. GBIF Home Page. <https://www.gbif.org> (accessed 01 Feb 2023).
- JSTOR Global Plants. 2023. ITHAKA. <https://plants.jstor.org/> (accessed 01 Feb 2023).
- Inaturalist. 2023. Inaturalist. <https://www.inaturalist.org/home> (accessed 01 Feb 2023).
- Nakajima, J., V. RBueno, V.R.; Moraes, M.D. *Dimerostemma* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB16087>>. (accessed 01 Feb 2023)
- Reflora. 2023. Reflora – Herbario Virtual. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/> (accessed 01 Feb 2023).
- Reis-Silva, G. A., G. H. L. Silva, N. Roque, and V. R. Bueno. 2023. *Calea* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB103751>>. (accessed 01 Feb 2023).
- Smithsonian National Museum of Natural History. 2023. Collection NHMN. <https://collections.nmnh.si.edu/search/botany/> (accessed 01 Feb 2023).
- SpeciesLink. 2023. SpeciesLink network. <https://specieslink.net/search/> (accessed 01 Feb 2023).
- Tropicos.org. 2023. Missouri Botanical Garden. <https://tropicos.org> (accessed 01 Feb 2023).
- Turner, B. L. 1982. Taxonomy of *Neurolaena* (Asteraceae-Heliantheae). *Plant Systematics and Evolution* 140: 119–139.