

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Mariana Furlan Sartor

**Contextualização filogenética de *Miconia* s.s. (Melastomataceae) do Brasil**

Florianópolis

2021

Mariana Furlan Sartor

**Contextualização filogenética de *Miconia s.s.* (Melastomataceae) do Brasil**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Ciências Biológicas do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Mayara Krasinski Caddah

Florianópolis

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Furlan Sartor, Mariana  
Contextualização filogenética de Miconia s.s.  
(Melastomataceae) do Brasil / Mariana Furlan Sartor ;  
orientadora, Mayara Krasinski Caddah, 2021.  
62 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências  
Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, Florianópolis,  
2021.

Inclui referências.

1. Ciências Biológicas. 2. sistemática molecular. 3.  
biogeografia. 4. classificação taxonômica. I. Krasinski  
Caddah, Mayara. II. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

Mariana Furlan Sartor

**Contextualização filogenética de *Miconia s.s.* (Melastomataceae) do Brasil**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Ciências Biológicas e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciências Biológicas.

Florianópolis, 11 de maio de 2021.

---

Prof. Dr. Carlos Roberto Zanetti  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Profa. Dra. Mayara Krasinski Caddah  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Dra. Duane Fernandes Lima  
Avaliadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Dra. Thuane Bochorny  
Avaliadora  
Universidade Federal do Paraná

---

B.Sc. Ana Flávia Augustin  
Suplente  
Universidade Federal de Santa Catarina



Dedico este trabalho a todas as pessoas que fazem ciência neste  
país.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Salete e Dorval, por sempre terem me apoiado e me incentivado a seguir meus sonhos, desde pequena. Obrigara por sempre me permitirem sonhar alto. Amo vocês.

À minha orientadora, Mayara, por todo o acolhimento desde o primeiro momento, pelas (muitas) oportunidades, pelo incentivo e por todo o conhecimento compartilhado. Obrigada por tornar a jornada acadêmica mais leve para mim e para todos os seus alunos. Você nos inspira.

A todas as professoras e professores da graduação, às técnicas e técnicos e aos demais servidores da UFSC, que em meio a tanta desvalorização e sucateamento conseguem manter a universidade pública, gratuita e de qualidade funcionando.

Agradeço à Alexandra Elbakyan, por democratizar o acesso ao conhecimento científico.

Aos colegas da botânica, por me manterem motivada em estudar esses seres diversos e lindos que são as plantas, e por toda a ajuda durante meu percurso nessa área. Em especial à Gabi Goebel, por todas as manhãs e tardes no laboratório me ensinando e me salvando nos procedimentos, e por sempre estar disposta a me ajudar. Você é uma amiga incrível.

Agradeço a todos os amigos que fiz durante esse período da graduação, em especial à Paula, Amanda e Juliano, por estarem comigo desde o início, por todas as conversas, conselhos, por conviverem comigo nas horas boas e nas ruins. A todas e todos que eu não mencionei, mas que foram muito importantes pra mim nesses anos e continuam sendo: aos amigos da turma 15.1, da Simbiosis, do Einstein... aprendi muito com vocês.

À minha amiga Ana Flávia, minha eterna *roomie*, por ter convivido comigo (literalmente) em vários momentos e por ter me ensinado sobre paciência, cuidado, vivências e a importância de manter pessoas boas perto de mim. Obrigada por alegrar a minha rotina.

Às minhas amigas de longa data, Maria Alice e Sindy, e à minha prima Nathalia, por estarem sempre aqui por mim me incentivando de todas as formas possíveis.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

“Não sou nada.  
Nunca serei nada.  
Não posso querer ser nada.  
À parte isso, tenho em mim todos os sonhos do mundo.”  
(Fernando Pessoa, 1928)



## RESUMO

O gênero *Miconia* Ruiz & Pav., da forma como é tradicionalmente circunscrito (assim referido como *Miconia stricto sensu*), é o maior gênero da família Melastomataceae com aproximadamente 1060 espécies e destaca-se como o sexto maior gênero de angiospermas do Brasil, distribuindo-se ao longo de todo o território brasileiro. Compartilha com os outros membros da tribo Miconieae a distribuição neotropical e frutos bacáceos. O histórico da sistemática do gênero e da própria tribo é marcado por dificuldades na delimitação de grupos naturais, visto a sua grande dimensão e a alta taxa de homoplasia entre as espécies. Com base nisso, o uso de marcadores moleculares tem sido uma ferramenta importante para elucidar sua classificação. A partir de filogenias moleculares publicadas nas últimas décadas, os pesquisadores concluíram que *Miconia s.s.* trata-se de um gênero polifilético e uma delimitação dos grupos da tribo baseada na biogeografia é mais coerente do que se utilizando apenas caracteres morfológicos. No contexto do projeto PBI: Miconieae, um grande número de seqüências de DNA foi gerado para as espécies da tribo e disponibilizado no Genbank. A partir disso, buscou-se construir uma tabela com as informações disponíveis para as espécies de *Miconia s.s.* que ocorrem no Brasil, bem como uma filogenia molecular atualizada para a tribo baseada nos marcadores ETS e ITS com o objetivo de identificar clados nos quais as espécies brasileiras estão posicionadas. A filogenia do presente trabalho amostrou cerca de 70% das espécies de *Miconia s.s.* do Brasil e foi possível identificar 18 clados principais compostos por estas espécies. A maioria delas ocorre no domínio fitogeográfico da Amazônia e aparecem proximamente relacionadas com outras espécies de *Miconia s.s.* da região, para além do território amazônico brasileiro; outra grande parte das espécies ocorre na Mata Atlântica, e com menor frequência no Cerrado, Caatinga e Pampas; uma linhagem da filogenia dá origem à maior parte da diversidade de *Miconia s.s.* do Brasil, sendo que alguns clados desta linhagem já foram bem descritos por taxonomistas brasileiros, enquanto outros devem ser estudados no futuro. Espera-se que os resultados do presente trabalho possam servir de base para a descrição de grupos naturais mais fiéis à história evolutiva do gênero *Miconia s.s.* e possivelmente de *Miconia l.s.*

**Palavras-chave:** Biogeografia. Classificação taxonômica. Sistemática molecular.

## ABSTRACT

The genus *Miconia* Ruiz & Pav., as it is traditionally circumscribed (thus referred to as *Miconia stricto sensu*), is the largest genus of the family Melastomataceae with approximately 1060 species and stands out as the sixth largest genus of angiosperms in Brazil, and is distributed throughout the entire Brazilian territory. It shares with the other members of the tribe Miconieae the neotropical distribution and bacaceous fruits. The history of the systematics of the genus and of the tribe itself is marked by difficulties in delimiting natural groups, given its large size and the high rate of homoplasy between species. Based on this, the use of molecular markers has been an important tool to elucidate their classification. Based on molecular phylogenies published in recent decades, the researchers concluded that *Miconia s.s.* is a polyphyletic genus and a delimitation of the groups of the tribe based on biogeography is more coherent than using only morphological characters. In the context of the PBI: Miconieae project, a large number of DNA sequences were generated for the species of the tribe and made available on Genbank. From this, a table was built with the information available for the species of *Miconia s.s.* occurring in Brazil, as well as an updated molecular phylogeny for the tribe based on the ETS and ITS markers in order to identify clades in which Brazilian species are positioned. The phylogeny of the present work sampled about 70% of *Miconia s.s.* species from Brazil and it was possible to identify 18 main clades composed by these species. Most of them occur in the phytogeographic domain of the Amazon, and appear closely related to other species of *Miconia s.s.* of the region, through the Brazilian Amazon territory; another large part of the species occurs in the Atlantic Forest, and less frequently in the Cerrado, Caatinga and Pampas; a lineage of the phylogeny gives rise to most of the diversity of *Miconia s.s.* from Brazil, and some clades of this lineage have already been well described by Brazilian taxonomists, while others should be studied in the future. It is hoped that the results of the present work can serve as a basis for the description of natural groups more faithful to the evolutionary history of the genus *Miconia s.s.* and possibly *Miconia l.s.*

**Keywords:** Biogeography. Taxonomic classification. Molecular systematics.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Árvore filogenética concatenada (ETS+ITS) de Miconieae, com destaque para os cladogramas 1 a 4. Terminais em verde representam espécies com ocorrência no Brasil (“espécies brasileiras”). Barras coloridas à direita dos terminais correspondem à distribuição entre os Biomas (ver legenda da parte inferior da figura) ..... 31
- Figura 2 – Árvore filogenética concatenada (ETS+ITS) de Miconieae, com destaque para os cladogramas 5 a 8. Terminais em verde representam espécies com ocorrência no Brasil (“espécies brasileiras”). Barras coloridas à direita dos terminais correspondem à distribuição entre os Biomas (ver legenda da parte inferior da figura). ..... 32
- Figura 3 – Árvore filogenética concatenada (ETS+ITS) de Miconieae, com destaque para os cladogramas 9 a 14. Terminais em verde representam espécies com ocorrência no Brasil (“espécies brasileiras”). Barras coloridas à direita dos terminais correspondem à distribuição entre os Biomas (ver legenda da parte inferior da figura). ..... 34
- Figura 4 – Árvore filogenética concatenada (ETS+ITS) de Miconieae, com destaque para os cladogramas 15 a 18. Terminais em verde representam espécies com ocorrência no Brasil (“espécies brasileiras”). Barras coloridas à direita dos terminais correspondem à distribuição entre os Biomas (ver legenda da parte inferior da figura). ..... 35
- Figura 5 – Exemplos de distribuição de espécies de *Miconia s.s.* nas Américas do Sul e Central..... 42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de espécies dos gêneros da tribo Miconieae amostrados no trabalho.....	22
Tabela 2 - Quantidade de sequências e de espécies por marcador.....	25
Tabela 3 – Espécies de <i>Miconia s.s.</i> amostradas nos trabalhos analisados de filogenética, em comparação com o presente trabalho.....	26
Tabela 3 - Compilação de dados das árvores filogenéticas deste trabalho e de Gavrutenko et al. 2020.....	39

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BS - bootstrap

DNA - ácido desoxirribonucleico

ETS - *External Transcribed Spacer*

ITS – *Internal Transcribed Spacer*

*l.s.* - *lato sensu*

KPR - *Keystone Plant Resources*

LAMEB - Laboratório Multiusuário de Estudos em Biologia

NADP - nicotinamida adenina dinucleótido fosfato

NYBG – *New York Botanical Garden*

PBI – *Planetary Biodiversity Inventory*

*s.s.* - *stricto sensu*

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1	OBJETIVOS .....	18
1.2.1	Objetivos gerais .....	18
1.2.2	Objetivos específicos .....	19
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
2.1	SELEÇÃO E AMOSTRAGEM DAS ESPÉCIES .....	20
2.2	EXTRAÇÃO, AMPLIFICAÇÃO E SEQUENCIAMENTO DE DNA .....	20
2.3	BIOINFORMÁTICA E ANÁLISE FILOGENÉTICA .....	21
<b>3</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>24</b>
3.1	DADOS MOLECULARES PARA <i>MICONIA</i> S.S. DO BRASIL.....	24
3.2	ÁRVORES FILOGENÉTICAS .....	29
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>43</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>44</b>
	<b>APÊNDICE A – Tabela com dados de tratamento molecular das espécies de <i>Miconia</i> s.s. do Brasil. *Espécie sem sequências. ....</b>	<b>48</b>
	<b>APÊNDICE B – Árvore filogenética da tribo Miconieae com espécies de <i>Miconia</i> s.s. brasileiras em destaque, mostrando os clados “B” e “C” abertos.....</b>	<b>55</b>
	<b>APÊNDICE C – Árvore filogenética da tribo Miconieae com espécies de <i>Miconia</i> s.s. brasileiras em destaque, mostrando o clado “D” aberto. ....</b>	<b>56</b>
	<b>APÊNDICE D – Árvore filogenética da tribo Miconieae com espécies de <i>Miconia</i> s.s. brasileiras em destaque, mostrando o clado “E” aberto.....</b>	<b>57</b>
	<b>APÊNDICE E – Árvore filogenética da tribo Miconieae com espécies de <i>Miconia</i> s.s. brasileiras em destaque, mostrando o clado “F” aberto.....</b>	<b>58</b>
	<b>APÊNDICE F – Árvore filogenética da tribo Miconieae com espécies de <i>Miconia</i> s.s. brasileiras em destaque, mostrando o clado “G” aberto. ....</b>	<b>59</b>
	<b>APÊNDICE G – Árvore filogenética da tribo Miconieae com espécies de <i>Miconia</i> s.s. brasileiras em destaque, mostrando os clados “G” e “G1” abertos. ....</b>	<b>60</b>
	<b>APÊNDICE H – Árvore filogenética da tribo Miconieae com espécies de <i>Miconia</i> s.s. brasileiras em destaque, mostrando os clados “G” e “G2” abertos. ....</b>	<b>61</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A família Melastomataceae Juss. é uma das maiores famílias de angiospermas com cerca de 5759 espécies pertencentes a 171 gêneros (Michelangeli et al. in press) no mundo todo, com distribuição pantropical e concentração nos neotrópicos (STEVENS, 2001 continuamente atualizado). É caracterizada pela nervação acródroma em suas folhas, com um ou mais pares de nervuras laterais e pelas flores bissexuais com simetria radial (CLAUSING; RENNER, 2001). Inclui ervas, arbustos, árvores e lianas, e entre as espécies mais popularmente conhecidas no Brasil estão a quaresmeira (*Pleroma granulatum* (Desr.) D. Don) e canela de velho (*Miconia albicans* (Sw.) Triana). As espécies de Melastomataceae possuem importante papel ecológico em florestas tropicais, pois seus frutos carnosos são fonte de alimento para pássaros e outros animais, sendo que o gênero é considerado uma planta de recursos chave (do inglês *Keystone Plant Resources*, KPR) nas florestas neotropicais (MESSEDER et al. 2020), e além disso compõem a vegetação secundária presente no processo de regeneração natural de áreas desmatadas (CARUSO, 1990; GAMA et al. 2002; HIGUCHI et al. 2006).

Dentro da família, o gênero *Miconia* s.s. Ruiz & Pav., da forma como é tradicionalmente circunscrito (assim referido como *Miconia stricto sensu*), é o maior gênero da família com aproximadamente 1060 espécies e destaca-se como o sexto maior gênero de angiospermas do Brasil, com cerca de 270 espécies descritas (GOLDENBERG et al. 2013; 2020) distribuindo-se ao longo de todo o território brasileiro. Compartilha com os outros membros da tribo Miconieae a distribuição neotropical e os frutos bacáceos (sinapomorfias da tribo) (MICHELANGELI et al. 2004). Além destas características compartilhadas com o restante da tribo, o gênero *Miconia* s.s. é reconhecido por um conjunto de caracteres plesiomórficos: folhas sem formicários, inflorescências terminais (determinadas), hipanto sem constrição no ápice, cálice com lacínias reduzidas e pétalas com ápice arredondado ou emarginado (GOLDENBERG et al. 2004).

O histórico da sistemática do gênero e da própria tribo é marcado por dificuldades na delimitação de grupos naturais, visto a sua grande dimensão e a alta taxa de homoplasia entre as espécies, o que dificulta a identificação de sinapomorfias para delimitar agrupamentos monofiléticos (JUDD; SKEAN, 1991). Por exemplo: anteras com apêndices dorso-basais, tricomas glandular-capitados, e hipanto visivelmente estriado são características compartilhadas por espécies de *Miconia* s.s. (p.e., *M. carassana* Cogn., *M. diaphanea* Gleason), *Ossaea* DC. e *Clidemia* D. Don; pétalas agudas são características diagnósticas do

gênero *Leandra* Raddi, mas também estão presentes em *Miconia s.s.* (p.e., *M. anisotricha* Triana), *Conostegia* D.Don, *Pachyanthus* A.Rich. e *Calycogonium* DC. (JUDD, 1986; JUDD; SKEAN, 1991).

No século XIX o naturalista Alfred Cogniaux propôs uma classificação infragenérica de *Miconia s.s.* em 11 seções, baseadas em características morfológicas, principalmente em relação aos estames, cálice e hipanto (COGNIAUX, 1891 apud GOLDENBERG 2000, p. 4). No entanto, desde a época de publicação da sua obra mais de 500 espécies foram descritas e em trabalhos de revisão mais recentes concluiu-se que não apenas a tribo como também o gênero *Miconia s.s.* e as seções delimitadas por Cogniaux não são agrupamentos monofiléticos; e que uma delimitação dos grupos baseada na biogeografia é mais coerente do que apenas em caracteres morfológicos (GOLDENBERG, 2000; GOLDENBERG et al. 2008; MICHELANGELI et al. 2004). A partir disto, uma colaboração internacional de pesquisadores foi formada sob o projeto *Planetary Biodiversity Inventory: Miconieae* (PBI: Miconieae), com a proposta de revisar e propor uma classificação da tribo Miconieae mais fidedigna com a sua história natural (MICHELANGELI et al. 2009 continuamente atualizado).

A falta de características morfológicas que possam ser usadas como sinapomorfias para definir o gênero *Miconia s.s.* e o seu reconhecimento como um gênero polifilético faz com que o uso de marcadores moleculares seja uma ferramenta importante para elucidar sua histórica evolutiva e, assim, para a construção de uma classificação. O uso de marcadores moleculares tem sido uma ferramenta importante na recircunscrição e/ou validação de grupos que historicamente foram delimitados com base na morfologia, como Poaceae Barnhart. e Fabaceae Lindley (JUDD et al. 2009), e da própria família Melastomataceae (CLAUSING; RENNER, 2001). As sequências de DNA do cloroplasto foram utilizadas nos primeiros estudos de sistemática molecular vegetal, escolhidas por serem abundantes no genoma e fáceis de serem trabalhadas (CHASE et al. 1993; JUDD et al. 2009). Posteriormente as sequências nucleares também provaram serem úteis em estudos filogenéticos, especialmente as sequências envolvidas na codificação de DNA ribossomal, pois além de abundantes no genoma incluem tanto partes bem conservadas (sequências codificadoras/genes) como partes mais variáveis (espaçadores) (BALDWIN et al. 1995; BALDWIN; MARKOS, 1998), o que possibilita uma ampla aplicação em estudos de sistemática. Os primeiros trabalhos de sistemática molecular que incluíram o gênero *Miconia s.s.* contextualizado na tribo utilizaram sequências do *Internal Transcribed Spacer* (ITS) - nuclear - e do gene codificador da subunidade F da enzima NADP (ndhf) - plastidial (GOLDENBERG et al. 2008;



MICHELANGELI et al. 2004; MICHELANGELI et al. 2008). O ITS consiste na região espaçadora entre os genes que codificam as subunidades grande e pequena dos ribossomos, e inclui três segmentos principais: ITS-1, o gene 5.8S e ITS-2. Por ser uma região espaçadora, evolui mais rapidamente do que uma região codificadora, pois não sofre tanta pressão de seleção, o que significa menos sítios conservados e mais sítios variáveis, sendo esta uma de suas vantagens para reconstrução de filogenias em nível de espécies (POCZAI; HYVÖNEN, 2009).

A partir da filogenia gerada por GOLDENBERG e colaboradores (2008), alguns clados de *Miconia s.s.* foram circunscritos preliminarmente com base na sua distribuição geográfica (p.e., clados de espécies caribenhas, andinas e da região leste do Brasil) e foram então estudados com maior aprofundamento nos anos seguintes a esta publicação (CADDAH, 2013; GAMBA; ALMEDA 2014; GOLDENBERG et al 2018; MAJURE et al. 2015; MEIRELLES, 2015). Por conta do polifiletismo e das dificuldades em identificar sinapomorfias para os gêneros que compõem a tribo Miconieae, os especialistas propuseram recentemente a sinonimização de todas as espécies da tribo sob o gênero *Miconia* (assim referido como *Miconia lato sensu*), tornando-o o único da tribo e o maior gênero da Flora Brasileira ao incluir as espécies de *Leandra*, *Clidemia* e outros gêneros que ocorrem no país (IONTA et al. 2012; MICHELANGELI et al 2019).

Em relação aos clados que concentram espécies brasileiras de *Miconia s.s.* (isto é, espécies de *Miconia s.s.* que ocorrem no Brasil, não necessariamente endêmicas) três trabalhos de revisão foram realizados (CADDAH 2013; MEIRELLES 2015; GOLDENBERG 2018). Estes estudos abrangem 106 das 267 espécies brasileiras de *Miconia s.s.* descritas até o momento (GOLDENBERG et al. 2020). Sendo assim, quase dois terços das espécies de *Miconia s.s.* do Brasil permanecem fora de tratamentos taxonômicos aprofundados recentes. Além disso, na última década pelo menos 13 novas espécies já foram descritas para o Brasil (BACCI; GOLDENBERG, 2015; CADDAH; MEIRELLES, 2018; GOLDENBERG; KOLLMANN, 2010; GOLDENBERG; CHAGAS, 2014; GOLDENBERG; HINOSHITA, 2017; GOLDENBERG et al. 2020a; 2020b; MICHELANGELI; GOLDENBERG 2016; MEIRELLES; GOLDENBERG, 2014; MEIRELLES et al. 2015; 2016; 2017) e no último ano 31 nomes foram sinonimizados em nove espécies (CADDAH, AUGUSTIN, GOLDENBERG, 2020). Assim, são necessários trabalhos de revisão taxonômica destes clados ainda não estudados, e das espécies amostradas.

No contexto do projeto *PBI: Miconieae*, um grande esforço de amostragem foi feito para obtenção de coletas para herbário, material desidratado em sílica-gel e sequenciamento

de marcadores de DNA para espécies de todo o neotrópico, de modo que estas informações estão disponíveis entre os participantes do projeto, em instituições como o Jardim Botânico de Nova York (NYBG) e universidades da América Latina (CADDAH, com. pess.) e sequências publicadas no *Genbank*. No entanto, nem todos os marcadores estão disponíveis para todas as espécies, ou pelo menos para a maioria delas, o que seria importante para a produção de um tratamento filogenético com uma amostragem mais abrangente.

Considerando a ampla informação molecular disponível para a tribo e o grande número de espécies brasileiras nunca amostradas em estudos filogenético-moleculares, o presente projeto buscou organizar as informações disponíveis em um banco de dados único e consolidado a fim de torná-las facilmente tratável para a realização de um estudo filogenético atualizado das espécies de *Miconia s.s.* Além disso, buscou-se apresentar uma filogenia atualizada de *Miconia l.s.* (Miconieae), possibilitando, assim, a contextualização filogenética das espécies brasileiras de posicionamento incerto, prerrogativa para a construção de uma classificação consistente que contemple essas espécies, e que possa elucidar questões de circunscrição de grupos e abordagens evolutivas de *Miconia s.s.* do Brasil e servir como base para futuros estudos.

A ideia de delimitar os grupos baseando-se apenas nas espécies brasileiras pode se justificar por alguns motivos: *Miconia s.s.* é o maior gênero da família Melastomataceae e tem uma ocorrência geográfica bastante extensa por todo o Neotrópico, o que torna seu estudo uma tarefa desafiadora; já foi apontado que as espécies da tribo estão fortemente relacionadas à biogeografia (GOLDENBERG et al. 2008); o estudo de grupos com espécies próximas geograficamente tem sido uma prática recorrente entre os especialistas da tribo (CADDAH 2013; GAMBA; ALMEDA 2014; GOLDENBERG et al 2018; MEIRELLES 2015; MICHELANGELI et al. 2008); e um grande número de espécies ocorre no Brasil, de modo que um tratamento focado das espécies brasileiras já abarcaria cerca de 1/5 do gênero em seu sentido estrito.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivos gerais

O objetivo geral do projeto é atualizar o conhecimento filogenético das espécies brasileiras de *Miconia s.s.*, por meio da consolidação das informações das amostras existentes nos bancos de dados, de DNA e de tecidos, e de uma inferência filogenética ampla utilizando

todas as espécies com sequências de DNA disponíveis para a tribo Miconieae (sequências depositadas por outros pesquisadores).

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Organização de um banco de dados com as informações das espécies de *Miconia s.s.* que ocorrem no Brasil, incluindo localização de amostras de: tecido desidratado em sílica; DNA total; DNA amplificado; sequência de DNA para marcadores específicos; trabalho científico abordando o posicionamento filogenético.

- Identificação das espécies prioritárias para tratamento em laboratório de biologia molecular;

- Identificação das espécies prioritárias para tratamento de bioinformática;

- Extração, amplificação e sequenciamento de amostras de espécies brasileiras de *Miconia s.s.* com tecido armazenado em coleção.

- Construção de uma base de dados que sirva como suporte para o planejamento de estudos taxonômicos e evolutivos;

- Elaboração de uma filogenia atualizada da tribo Miconieae e identificação de clados importantes considerando a diversidade brasileira.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 SELEÇÃO E AMOSTRAGEM DAS ESPÉCIES

Para a listagem das espécies, buscou-se primeiramente a lista das espécies de *Miconia s.s.* que ocorrem no Brasil no *site* da Flora do Brasil Online (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>). Os dados de distribuição das espécies entre os domínios fitogeográficos também foram obtidos a partir do mesmo *site*.

Em segundo lugar, foi utilizada como base uma tabela compilada pelo esforço dos pesquisadores do projeto *PBI: Miconieae*, com uma lista geral das espécies de *Miconia s.s.*, seus locais de coleta, e informações sobre sequências de DNA disponíveis. A partir disso construiu-se uma tabela no Microsoft Excel somente das espécies de *Miconia s.s.* que ocorrem no Brasil, com os seguintes dados: nome da espécie, *voucher* (nome do coletor e número de coleta), herbário, e sequências de treze marcadores selecionados (*rpl16*, *rbcL*, *ndhf*, *waxy*, *accD-psaI*, *psbK-L*, ETS, ITS, *trnH*, *trnL-F*, *trnS-G*, *atpB-rbcL* e *atpF-H*) com seus respectivos números de acesso no *Genbank* (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>).

Além das informações da tabela do *PBI*, também foram incluídos os resultados de buscas no *Genbank* referente aos *vouchers* das sequências, quando estes dados eram ausentes na tabela original para alguma espécie. A busca se deu pelo nome da espécie + nome do marcador (em alguns casos os acessos do *Genbank* não especificavam informações do *voucher* utilizado para o sequenciamento, nesse caso a referência anotada é o artigo ou projeto para o qual a sequência foi gerada).

Para verificar se as espécies listadas já haviam sido contextualizadas em estudos filogenéticos, foram consultados os principais trabalhos de filogenia de *Miconia s.s.* publicados e que incluem espécies do Brasil (GOLDENBERG et al. 2008, CADDAH, 2013; MEIRELLES 2015; GOLDENBERG; REGINATO; MICHELANGELI 2018).

O *site* do *Species Link* (<http://inct.splink.org.br>) foi utilizado para confirmar as informações dos *vouchers*.

### 2.2 EXTRAÇÃO, AMPLIFICAÇÃO E SEQUENCIAMENTO DE DNA

Para este projeto buscou-se obter novas sequências do marcador ETS para espécies que ainda não o tinham, a partir de *vouchers* em sílica armazenados no Herbário FLOR da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A extração seguiu o protocolo CTAB

(DOYLE J.J.; DOYLE, J.L, 1987). Amplificação e sequenciamento foram realizados no Laboratório Multiusuário de Estudos em Biologia (LAMEB). As reações de amplificação foram realizadas com kits MasterMix, contendo todos os reagentes básicos para as reações. O iniciador de amplificação (*primer*) utilizado foi NY320 (AGACAAGCATATGACTACTGGCAGG), baseado no trabalho de Majure et al. (2015). O programa de amplificação no termociclador (para PCR) também foi baseado no mesmo trabalho, sendo configurado em: 94°C, 2 min; #40 (94°C por 30s; 55°C por 20s; 72°C por 60s); 72°C, 7 min, 4°C por 30s. O sequenciamento foi realizado em sequenciador ABI 3500xl pela empresa GoGenetic, em Curitiba, Paraná.

As novas sequências de ETS geradas foram editadas no programa Geneious R9 (KEARSE et al., 2012) a partir do arquivo dos cromatogramas e submetidas para publicação no *Genbank*.

### 2.3 BIOINFORMÁTICA E ANÁLISE FILOGENÉTICA

Para a construção da árvore filogenética foram baixadas todas as sequências de ETS e ITS disponíveis para as espécies da tribo Miconieae no *Genbank*, uma vez que o gênero é polifilético e em trabalhos de filogenia prévios as espécies de *Miconia s.s.* aparecem em diferentes clados da tribo em meio a outros gêneros. Os marcadores moleculares foram escolhidos por serem os mais variáveis (CADDAH, 2013) e amplamente utilizados no grupo de estudo. Os 17 gêneros e a quantidade de espécies de cada um inclusas no trabalho, considerando também as novas sequências geradas, estão mostradas na tabela 1.

No total foram amostradas 1107 espécies da tribo, sendo 616 espécies de *Miconia s.s.* e 199 (~70%) espécies de *Miconia s.s.* do Brasil. Como grupo externo foi escolhido o gênero *Physeterostemon* R.Goldenb. & Amorim, representado por três espécies (*P. fiaschii* R.Goldenb. & Amorim, *P. jardimii* R.Goldenb. & Amorim e *P. thomasi* Amorim, Michelang. & R.Goldenb.).

Na busca optou-se por excluir as espécies não identificadas a nível específico (“*Miconia sp.*”), subespécies, aff., cf. e afins, com exceção de *M. aff. myriantha* Benth. (pois em outras sequências mais recentes obtidas do mesmo voucher o nome da espécie estava como oficial, portanto considerou-se que a nomenclatura específica atualizada é válida para as sequências de ETS e ITS, as quais são mais antigas). Um híbrido de *M. hyemalis* A.St.-Hil. & Naudin ex Naudin x *M. lymanii* Wurdack também foi incluído.

Dois arquivos contendo todas as sequências de ETS e de ITS, respectivamente, foram criados e as sequências foram alinhadas no software MEGA v.10.2.2 (KUMAR et al. 2018) com o algoritmo Clustal, alinhadas novamente no software online MAFFT v. 7 (KATO; STANDLEY, 2013) e então editadas manualmente no MEGA.

**Tabela 1 – Número de espécies dos gêneros da tribo Miconieae amostrados no trabalho**

<b>Gênero</b>	<b>Nº de espécies amostradas</b>
<i>Anaectocalyx</i> Triana ex Benth. & Hook.f.	2
<i>Calycogonium</i>	21
<i>Charianthus</i> D.Don	6
<i>Clidemia</i>	128
<i>Conostegia</i>	36
<i>Killipia</i> Gleason	2
<i>Leandra</i>	145
<i>Maieta</i> Aubl.	2
<i>Mecranium</i> Hook.f.	23
<i>Miconia s.s.</i>	616
<i>Necramium</i> Britton	1
<i>Ossaea</i>	50
<i>Pachyanthus</i>	17
<i>Pleiochiton</i> Naudin ex A.Gray	8
<i>Sagraea</i> DC.	3
<i>Tetrazygia</i> Rich. ex DC.	19
<i>Tococa</i> Aubl.	28
<b>Total</b>	<b>1107</b>

Foram geradas 3 árvores filogenéticas (uma para cada marcador isolado, e uma árvore de matriz concatenada) na plataforma CIPRES (MILLER; PFEIFFER; SCHWARTZ; 2010), através do método de máxima verossimilhança utilizando o RAxML (STAMATAKIS, 2014) e a estratégia Bootstrap Workflow, e visualizadas no programa *Figtree* (RAMBAUT, 2009). Para ETS foram usadas 1048 sequências, para ITS 1052 sequências, e para a árvore concatenada 1110 sequências. Os parâmetros usados na plataforma CIPRES foram: ferramenta RAxML-HPC2 Workflow on XSEDE, *workflow* ML + *Thorough bootstrap*,

modelo para fase de bootstrap GTRGAMMA, e para a árvore concatenada foi usado o modelo de partição, com p1=1-791 (ETS) e p2=792-2032 (ITS).

Para efeito de descrição da árvore e discussão dos resultados, considerando o grande número de terminais, foram circunscritos e discutidos os clados com ao menos 3 espécies de *Miconia s.s.* do Brasil e ao menos 60% de sustentação.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 DADOS MOLECULARES PARA *MICONIA* S.S. DO BRASIL

A tabela gerada para o trabalho (disponível no apêndice A) compilou 267 espécies de *Miconia s.s.* que ocorrem no Brasil com nome atualmente aceito. Todas possuem *vouchers* de exsicatas disponíveis, tombada em herbários nacionais e internacionais. Desse total, 200 possuem pelo menos uma sequência depositada no *Genbank*, enquanto um quarto (67 espécies) não tem nenhuma sequência de seu DNA amostrado.

Das espécies que não possuem nenhum marcador sequenciado, oito delas estão prontas para a etapa de tratamento em laboratório de biologia molecular, pois possuem material em sílica e DNA já extraído, segundo a tabela do projeto PBI: Miconieae. São elas: *M. acutifolia* Ule, *M. amazonica* Triana, *M. caiuia* E.C.O.Chagas & R.Goldenb., *M. compressa* Naudin, *M. lanata* Triana, *M. manauara* R.Goldenb. Caddah & Michelang., *M. valentinensis* Bacci & R. Goldenb. e *M. wedellii* Naudin.

O total de sequências de espécies de *Miconia s.s.* do Brasil encontradas no *Genbank* foi de 1320, entre os treze marcadores analisados. O marcador com maior número de sequências depositadas no *Genbank* foi ETS (193 espécies) seguido de ITS (188), *psbK-L* (175) e *accD-psaI* (163). Várias espécies possuem mais de um número de acesso para o mesmo marcador, assim alguns marcadores têm mais sequências disponíveis do que outros. Os marcadores em maior quantidade no *Genbank* são ITS (270 sequências), ETS (244), *psbK-L* (222) e *accD-psaI* (203). Estas informações são mostradas na tabela 1.

**Tabela 2 - Quantidade de sequências e de espécies por marcador**

Marcador	Nº de espécies	Nº de sequências
ETS	193	244
ITS	188	270
<i>psbK-L</i>	175	221
<i>accD-psaI</i>	163	202
<i>atpF-H</i>	101	129
<i>trnS-G</i>	91	109
<i>ndhF</i>	60	62
<i>waxy</i>	27	32
<i>rbcL</i>	22	34
<i>trnH</i>	10	12
<i>atpB-rbcL</i>	1	1
<i>rpl16</i>	1	1
<i>trnL-F</i>	1	1
<b>Total</b>		<b>1318</b>



Em relação ao tratamento filogenético, 138 espécies já foram incluídas em pelo menos um dos quatro trabalhos de filogenia analisados, embora não todas no mesmo trabalho. A publicação com amostragem mais ampla foi a de Goldenberg et al. (2008), no qual os autores utilizaram 86 espécies do Brasil. No presente trabalho, 199 espécies foram amostradas (todas que possuem ETS e/ou ITS), sendo que 61 delas estão sendo contextualizadas pela primeira vez em uma filogenia (tabela 2). Cerca de um quarto (68 espécies) ainda não foi incluído em estudos desse tipo.

Foram geradas quatro novas sequências do marcador ETS, sendo três delas para duas espécies nunca antes sequenciadas (uma para *Miconia schwackei* Cogn. e duas para *Miconia subsimplex* Pilg.) e outra para a espécie *Miconia dichrophylla* J.F.Macbr.

**Tabela 3 – Espécies de *Miconia* s.s. amostradas nos trabalhos analisados de filogenética, em comparação com o presente trabalho**

Espécie ( <i>Miconia</i> )	Goldenberg et al. (2008)	Caddah (2013)	Meirelles (2015)	Goldenberg, Reginato & Michelangeli (2018)	Este Estudo
abbreviata					x
acinodendron					
acuminata	x	x			x
acutifolia					
affinis	x	x			x
alata					x
albicans	x	x	x		x
alborufescens	x	x	x		x
aliquantula	x				x
alternans					x
amacurensis					x
amapaënsis					
amazonica					
amnicola					x
amoena		x			x
ampla					x
angelana		x			x
aplostachya	x				x
argyrophylla	x	x	x		x
astrocalyx					
astrotricha					
atlantica		x			x
aulocalyx					x
aurea					x
aureoides					x
bahiana					
barbinervis					x
baumgratziana		x			x
biglandulosa	x				x
bracteata	x				x
bradeana				x	x
brasiliensis	x	x		x	x
brevipes					
brunnea	x	x			x
bubalina	x				x
budlejoides	x	x			x
burchelli					
caiuia					x
calvescens	x				x
campestris					x
cannabina					x
capixaba	x	x			x

carassana					
castaneiflora		X			X
caudigera	X			X	X
cautis					X
centrodesma	X				X
ceramicarpa	X				X
chamissois	X				X
chrysophylla	X	X	X	X	X
ciliata	X				X
cinchonifolia					
cinerascens	X	X	X		X
cinerea			X		X
cinnamomifolia	X	X	X		X
cipoensis		X			X
collatata	X	X			X
compressa					
comptifolia					
corallina		X			X
cowanii					X
crassinervia	X				X
cretacea					
cubatanensis	X	X			X
cuspidata	X			X	X
cyathanthera		X			X
decurrens					X
diaphanea					X
dichroa					
dichrophylla					X
discolor	X	X	X		X
dispar		X	X		X
dodecandra	X				X
dolichorrhyncha				X	X
dorsaliporosa		X		X	X
duckeii	X				X
dura					
egensis					X
elaeodendron				X	X
elata	X	X			X
elegans					X
emendata					
ericalyx					X
eriodonta		X	X		X
eugenioides					
fallax			X		X
fasciculata	X	X			X
ferruginata			X		X
fissa					
flammea	X	X			X
formosa	X	X	X		X
forzzae					
fosteri					
fragrans					
glazioviana					
goldenbergiana					
grandifoliata					X
gratissima					X
heliotropoides			X		X
herpetica					
hirtella					X
holosericea					X
hyemalis	X	X			X
hypoleuca	X	X	X	X	X
ibaguensis	X				X
impetolaris	X				X
inaequalifolia					X
inaequidens				X	X
inconspicua	X	X			X
irwinii				X	X
juaruensis					X
kappleri					
kavanayensis					

klotzschii					
kollmanii		x			x
kriegeriana		x			x
labiakiana					x
laeta					
laevigata	x				x
lamprophylla					
lanata					
lappacea	x				x
lasseri					
latecrenata	x	x	x	x	x
lateriflora					x
lepidota	x	x	x		x
leucocarpa		x			x
ligustroides	x	x			x
longicuspis	x	x		x	x
longifolia	x	x			x
longispicata	x	x	x		x
lourteigiana		x	x		x
lucenae					
lugonis				x	x
lurida		x		x	x
lymanii	x	x			x
macrothyrsa		x	x		x
macrootis			x		x
macuxi			x		x
manauara					
marginata					x
maroana				x	x
matthaei					x
mattogrossensis					
mazanana					x
melinonis	x	x			x
mellina		x			x
mendoncae					x
micelangeliana					x
minutiflora	x	x	x		x
mirabilis	x				x
molesta					
multinervia					x
multispicata	x	x	x		x
myriantha		x			x
nambyquarae					x
navioensis			x		x
neblinensis					
nervosa		x			x
nordestina				x	x
octopetala	x	x	x		x
organensis					
pachydonia					
paleacea					x
paniculata		x		x	x
papillosperma					x
paradoxa					x
paucidens		x		x	x
penduliflora		x	x		x
pepericarpa	x	x			x
petroniana		x	x		x
petropolitana	x	x			x
phaeophylla					
phanerostila					x
picinguabensis				apenas caracteres morfológicos	x
platypoda					x
poepigii	x	x			x
polyandra	x	x	x		x
prancei					
prasina	x				x
procumbens	x				x
pseudocapsularis					
pteroaulon		x	x		x
puberula					x
pubipetala	x				x

punctata	x	x	x		x
pusilliflora	x	x		x	x
pyrifolia	x				x
racemifera		x			x
racemosa	x				x
radulifolia	x				x
ramboi	x	x		x	x
regelii					x
renatogoldenbergii					
rhytidophylla					x
rimachii					
rimalis	x			x	x
robusta		x			x
rondoniensis					x
roraimensis					x
rubiginosa	x				x
rufescens	x	x	x		x
ruficalyx		x	x		x
rufipila					
rugosa	x				x
ruschiana		x			x
sagotiana					
santaremensis					
sarmentosa					
schunkei					x
schwackei					x
sclerophylla	x	x			x
secundiflora			x		x
sellowiana	x	x			x
serialis			x		x
serrulata	x				x
setosociliata		x			x
shepherdii		x			x
silicicola					
speciosa					
spennerostachya					x
spichigeri					
splendens					x
sprucei					
staminea	x	x		x	x
stelligera					x
stellulata					
stenostachya	x	x	x		x
stephananthera					
strigosa					
subandicola					
subcordata					
suberosa			x		x
subsimplex					x
subspicata					x
subvernica		x		x	x
superba	x				x
tentaculifera		x		x	x
ternatifolia					x
tetragona					x
tetrasperma					
tetraspermoides					
theaezans	x	x			x
tiliifolia			x		x
tilletii					x
tomentosa	x				x
traillii		x			x
trianae	x			x	x
trimera	x				x
trinervia	x				x
triplinervis	x				x
tristis	x	x		x	x
truncata					
umbrosa					
undata	x				x
urophylla				x	x
valentinensis					

apenas caracteres morfológicos

valtheri	x	x	x		x
variabilis					x
vilhenensis					
wagnerii					x
warmingiana					
weddellii					
willdenowii	x	x			x
wittii					
woytkowskii					
<b>Total</b>	<b>86</b>	<b>83</b>	<b>38</b>	<b>30</b>	<b>199</b>

### 3.2 ÁRVORES FILOGENÉTICAS

As árvores de ETS e ITS geradas são, no geral, similares entre si, no sentido da composição dos clados. As principais diferenças estão no relacionamento dos mesmos (diferença entre grupos irmãos e relações de ancestralidade). Como exemplo, na árvore de ITS o pequeno clado formado por *M. michelangeliana* R. Goldenb. & L. Kollmann + *M. paradoxa* Triana é grupo irmão do clado onde estão *Clidemia heptamera* Wurdack, *Miconia plumifera* Triana e outros pequenos subclados contendo espécies brasileiras. Na árvore de ETS este pequeno clado aparece como grupo irmão de um clado diferente, e não compartilha um ancestral comum diretamente com o grupo de *Clidemia heptamera*. A árvore do marcador ETS é a que possui os valores de bootstrap (BS) mais altos, ou seja, sua confiabilidade é maior.

Para fins explicativos e por incluir mais informações (dois marcadores), a árvore concatenada (gerada a partir das sequências unidas de ETS+ITS) será melhor explorada e descrita neste trabalho. Devido ao tamanho da árvore, serão mostradas neste texto apenas as figuras que contém os clados de interesse do trabalho. O restante da árvore pode ser visualizado nos apêndices B-H. Para identificar melhor os clados maiores, estes foram denominados informalmente nesse trabalho com as letras de A a K.

Em geral, as *Miconia s.s.* do Brasil aparecem agrupadas entre si ou junto a espécies estrangeiras que compartilham o mesmo domínio fitogeográfico, principalmente a Amazônia. Várias espécies de *Miconia s.s.* brasileiras chegam a se agrupar em subclados, porém com sustentação estatística fraca, portanto, não foram detalhadas aqui (ver critério para circunscrição e discussão de clados no item 2.3). É o caso do grupo irmão do clado 7, o qual agrupa nove espécies de *Miconia s.s.* da região amazônica de um total de 12 espécies. Assim, foram destacados 18 clados principais contendo espécies “brasileiras”. Estes clados são descritos abaixo e representados nas figuras 1 (clados 1 a 4), 2 (clados 5 a 8), 3 (clados 9 a 1) e 4 (clados 15 a 18).



algumas espécies desse clado também estão presentes no Cerrado, Caatinga e em menor número na Amazônia.

**Figura 2 – Árvore filogenética concatenada (ETS+ITS) de Miconieae, com destaque para os clados 5 a 8. Terminais em verde representam espécies com ocorrência no Brasil. Barras coloridas à direita dos terminais correspondem à distribuição entre os Biomas (ver legenda da parte inferior da figura).**



O clado 6 (bs = 61) compreende 10 terminais e 9 espécies (*M. attenuata* DC. é sinônimo de *M. prasina* (Sw.) DC.), e apenas duas não ocorrem no país. As espécies

brasileiras deste clado distribuem-se desde a Mata Atlântica, até Caatinga, Cerrado e Amazônia.

O clado 7 (bs = 70) possui 4 espécies, todas do Brasil. Ocorrem na Amazônia, Mata Atlântica e uma delas no Cerrado.

O clado 8 (bs = 96) é formado por 8 espécies, e pode ser subdividido em dois cladogramas menores, cada um com 4 espécies: um clado “brasileiro” (bs=96) e outro “extra-brasileiro”. Sua distribuição é predominantemente amazônica, mas *M. holosericea* (L.) DC. ocorre também no Cerrado e na Mata Atlântica.

Os cladogramas seguintes estão inseridos em um clado maior de uma linhagem composta em sua maioria por *Miconia s.s.* (eventualmente espécies de *Clidemia* e *Tococa* estão posicionadas entre elas) com distribuição marcadamente no Brasil.

O clado 9 (bs = 87) possui 10 espécies (*M. valtherii* Naudin aparece 2 vezes), e destas, apenas duas não estão presentes em território nacional. Das que estão, cinco ocorrem na Amazônia, uma no Cerrado e cinco na Mata Atlântica (a ocorrência nos diferentes domínios fitogeográficos não é necessariamente excludente).

Os cladogramas 10 a 14 são formados apenas por espécies que ocorrem no Brasil.

No clado 10 (bs = 96) todas as 8 espécies ocorrem no Brasil, todas na Amazônia (3 são exclusivas deste domínio). É possível identificar um subclado com ocorrência ampliada para outras regiões do país, na Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica.

O clado 11 (bs = 91) é um clado pequeno de 3 espécies cuja distribuição inclui Amazônia e Cerrado. Apesar de estar circunscrito num agrupamento maior com outras espécies brasileiras, a sustentação estatística deste foi considerado baixo.

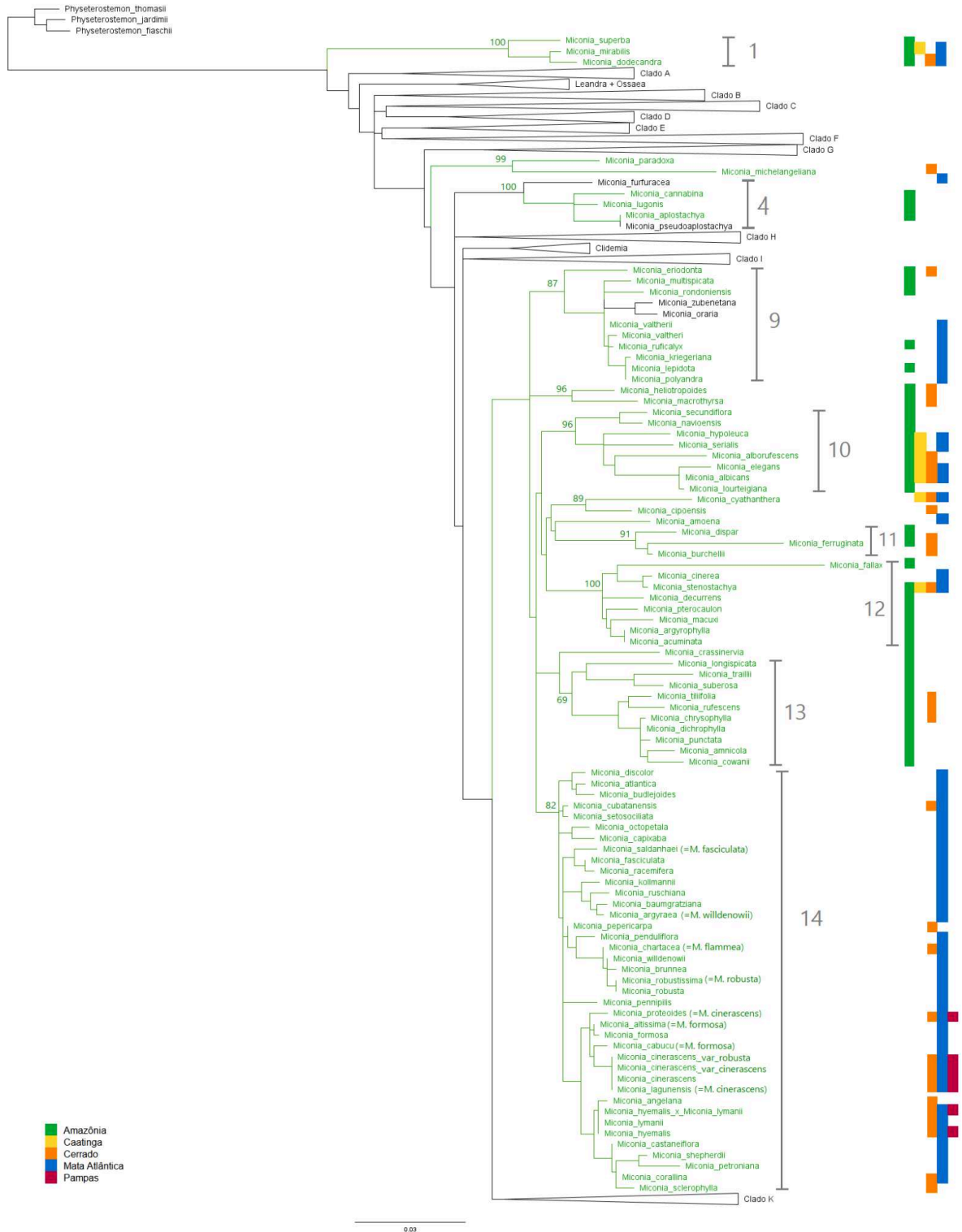
O clado 12 (bs = 100) possui 8 espécies, que ocorrem predominantemente no domínio amazônico, com exceção de *M. cinerea* Cogn. que ocorre apenas na Mata Atlântica. A espécie *M. stenostachya* DC. também tem registros para Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica.

O clado 13 (bs = 69) compreende 10 espécies, todas menos três exclusivamente da Amazônia. Estas três (*M. tiliifolia* Naudin, *M. rufescens* Macfad. ex Griseb. e *M. chrysophylla* Urb.) ocorrem também no Cerrado.

O clado 14 (bs = 82) é composto por 39 terminais que representam 34 espécies e um híbrido entre *M. hyemalis* x *M. lymanii*. É um grupo com distribuição concentrada na Mata Atlântica, com algumas espécies ocorrendo também no Cerrado, e inclui as duas únicas espécies de *Miconia s.s.* que têm registro para os Pampas (*M. cinerascens* Miq. e *M. hyemalis*).



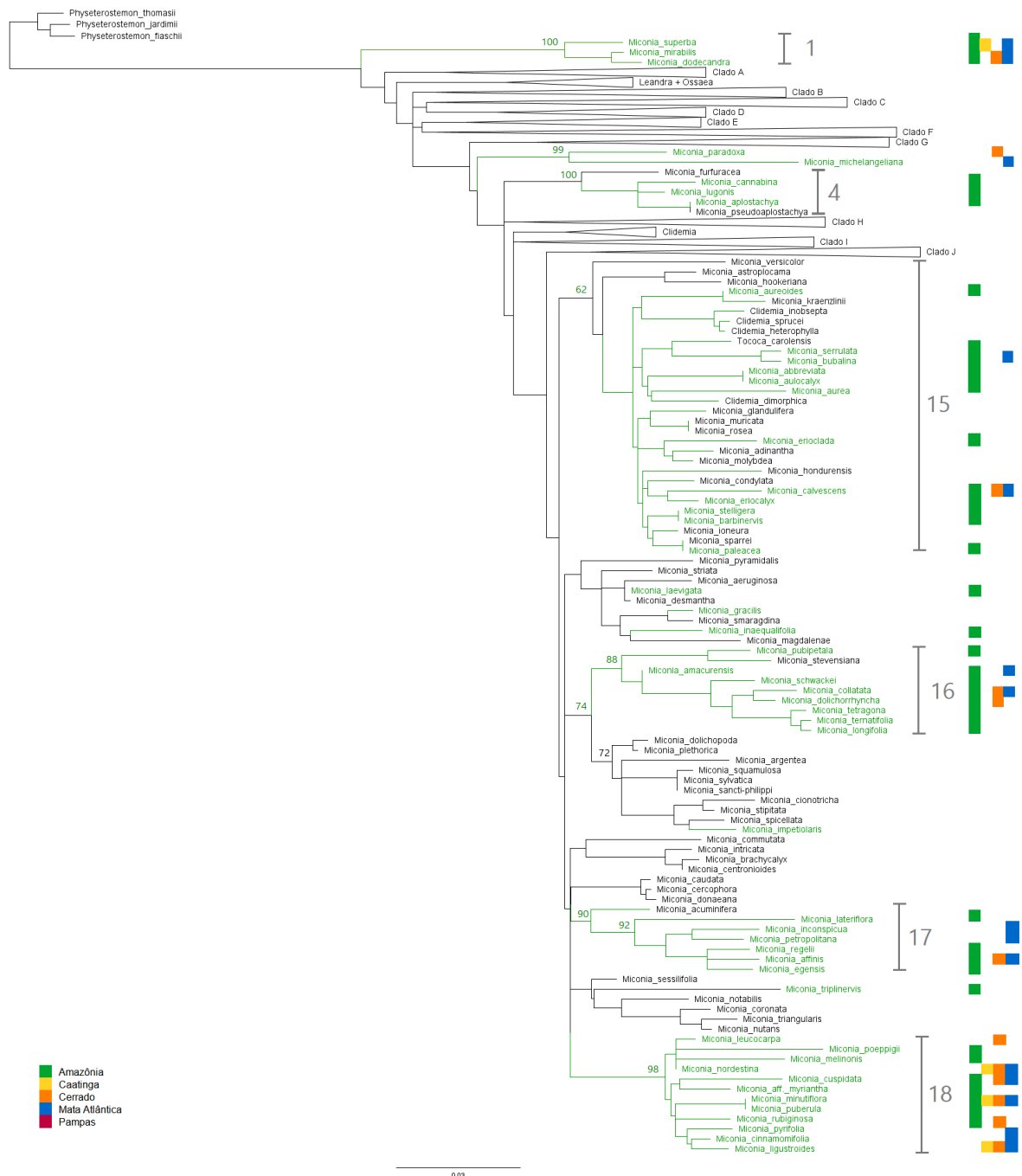
**Figura 3 – Árvore filogenética concatenada (ETS+ITS) de Miconieae, com destaque para os clados 9 a 14. Terminais em verde representam espécies com ocorrência no Brasil. Barras coloridas à direita dos terminais correspondem à distribuição entre os Biomas (ver legenda da parte inferior da figura).**



O clado 15 (bs = 62) é composto por 30 espécies com representantes dos gêneros *Clidemia* (4), *Tococa* (1) e *Miconia s.s.* (25). Deste último gênero, 12 ocorrem no Brasil e na

região amazônica. As espécies *M. bubalina* Naudin e *M. calvescens* DC. também têm registro para a Mata Atlântica, e esta última também para o Cerrado.

**Figura 4 –** Árvore filogenética concatenada (ETS+ITS) de Miconieae, com destaque para os cladogramas 15 a 18. Terminais em verde representam espécies com ocorrência no Brasil. Barras coloridas à direita dos terminais correspondem à distribuição entre os Biomas (ver legenda da parte inferior da figura).



O clado 16 (bs = 88) possui 9 espécies, das quais, apenas uma não ocorre no país. Todas as oito espécies brasileiras ocorrem na Amazônia. Além disso, *M. amacurensis*

Wurdack ocorre também na Mata Atlântica; *M. dolichorrhyncha* Naudin no Cerrado e *M. colatatta* Wurdack no Cerrado e Mata Atlântica.

O clado 17 (bs = 90) compreende 7 espécies de *Miconia s.s.*, sendo que 6 delas ocorrem no Brasil (formam um subclado com bs = 92), com distribuição entre Amazônia, Mata Atlântica e uma espécie ocorrendo também no Cerrado.

O clado 18 (bs = 98) aparece como o último clado na topologia da árvore e é composto por 12 espécies de *Miconia s.s.* que ocorrem no Brasil, com distribuição variada entre todos os domínios fitogeográficos, com exceção dos Pampas e Pantanal.

Além dos clados apresentados, foram também encontrados dois clados de espécies-irmãs brasileiras (apenas 2 espécies) com uma sustentação forte: [*M. labiakiana* R.Goldenb. & C.V.Martin + *M. multinervia* Cogn.] (bs = 100) e [*M. paradoxa* + *M. michelangeliana*] (bs = 99), sendo esta última o grupo irmão da linhagem que concentra as espécies de *Miconia s.s.* do Brasil.

As demais 42 espécies não foram detalhadas aqui porque seus clados não atingiram os critérios delimitados neste trabalho (ver item 2.3 deste trabalho), ou por se tratarem de clados compostos por espécies que são sinônimos, como é o caso de *M. nervosa* Triana e *M. pseudonervosa* Cogn., e *M. ceramicarpa* (DC.) Cogn. e suas variedades.

## 4 DISCUSSÃO

Em geral os marcadores com maior quantidade de sequências para espécies de *Miconia s.s.* correspondem àqueles tradicionalmente usadas nos trabalhos de filogenia molecular, e com exceção de ETS, ITS e do gene *waxy*, todas são sequências obtidas do cloroplasto. Por conta disso as sequências geradas para este projeto foram do marcador ETS. Por questões de logística e da situação de pandemia, não foi possível gerar um número maior de sequências. Algumas espécies chegaram a ter seu DNA extraído, mas tiveram falhas na etapa de extração ou de amplificação e não seguiram para o sequenciamento. Entre estas espécies estão: *M. cowanii* Wurdack, *M. eriodonta* DC., *M. juruensis* Pilg., *M. manauara* R.Goldenb., Caddah & Michelang., *M. rubiginosa* (Bonpl.) DC., *M. dispar* Benth., *M. elata* (Sw.) DC., *M. longispicata* Triana, *M. phanerostila* Pilg., *M. pubipetala* Miq. e *M. traillii* Cogn. Por conta da pandemia do Covid-19 durante o desenvolvimento do projeto, não foram feitas novas tentativas para extrair e sequenciar estas espécies, mas é possível que no futuro isso seja feito.

É importante considerar que uma árvore filogenética gerada a partir de sequências de DNA nem sempre reflete a história evolutiva real dos grupos. Por mais que os marcadores corroborem filogenias baseadas na morfologia, uma árvore de “sequências” não representa a árvore evolutiva do grupo. Na verdade, várias problemáticas podem ser levantadas sobre essa questão. A presença de sequências não homólogas (sequências similares de origem diferentes) e variação no nível de indivíduos (polimorfismos) são algumas delas. A sequência do ITS, por exemplo, possui muitas cópias no genoma (o que por um lado é uma vantagem para sua utilização) mas, conseqüentemente, a chance de haver variações resultantes de mutações não “corrigidas” também aumenta. Assim, essas sequências podem variar grandemente entre espécies e até mesmo entre indivíduos, o que, por sua vez, pode levar a interpretações errôneas das filogenias. No entanto, acredita-se que fenômenos de evolução em concerto homogenizam as mutações dentro de indivíduos em marcadores como ITS, diminuindo as taxas de polimorfismo (JUDD et al. 2009; POCZAI; HYVÖNEN, 2009).

É provável que o total de 267 espécies de *Miconia s.s.* hoje aceitas (Goldenberg et al. 2020) sofra alterações no futuro, visto o histórico das descobertas de novas espécies e as sinonimizadas feitas nos últimos anos.

A maior parte das espécies de *Miconia s.s.* que ocorrem no Brasil estão presentes no domínio fitogeográfico da Amazônia. É neste domínio também que estão presentes 53 das 68 espécies que não foram tratadas em nenhum trabalho de filogenia. A ampla extensão desse

domínio, a dificuldade inerente em explorar a região amazônica e a carência de pesquisadores e institutos de pesquisa descentralizados na região certamente contribui para que número de espécies conhecidas seja aquém da riqueza real. A raridade das coletas antigas também dificulta seu uso em trabalhos de biologia molecular e a comparação com exemplares atuais, quando estes existem (GOLDENBERG et al. 2012). Assim, fica claro que a região Amazônica deve se configurar como a região geográfica prioritária para amostragem do grupo, o que é essencial para um entendimento sólido das relações evolutivas dentro da tribo.

A partir da filogenia do trabalho de Goldenberg et al. (2008) estudos mais descentralizados foram feitos abordando alguns dos grupos então delimitados. Nesse sentido, a árvore filogenética do presente trabalho assemelha-se a de Goldenberg et al. (2008), mas com a diferença de ter uma amostragem maior (no artigo de 2008 os autores amostraram 449 espécies da tribo Miconieae, das quais 208 são *Miconia s.s.*, em contraste com 1107 espécies da tribo/616 de *Miconia s.s.* usadas aqui). Uma contribuição relevante deste trabalho é a amostragem de 199 das 267 espécies totais que ocorrem no Brasil com os marcadores selecionados, o que representa cerca de 70% destas espécies.

No decorrer do projeto, um artigo contendo uma filogenia de metodologia similar (porém com mais marcadores moleculares) e igualmente ampla em número de espécies para a tribo foi publicado (GAVRUTENKO et al. 2020). No entanto, como os autores comentam na própria publicação, seu foco era o estudo da evolução de caracteres florais ao longo da tribo, e não a classificação taxonômica em si, tanto que os autores não apresentam a árvore filogenética das espécies na publicação, apenas no material suplementar. A árvore publicada também não apresenta os valores de sustentação dos clados, o que é algo importante na delimitação de grupos confiáveis. No entanto, é possível estabelecer comparações entre as topologias (Tabela 3), inclusive para verificar o poder de resolução dos marcadores ETS e ITS frente à utilização de mais marcadores.

Ao observar a árvore concatenada, contendo as espécies da tribo Miconieae, com as espécies de *Miconia s.s.* do Brasil em destaque, já no primeiro momento percebe-se que estas estão concentradas em uma linhagem (formada por [*M. paradoxa* + *M. michelangeliana*] e seu grupo irmão, contendo os clados 4 a 18). As outras linhagens, nas quais as espécies brasileiras de *Miconia s.s.* não estão tão representadas, são compostas principalmente por espécies de outros gêneros (na circunscrição original), como *Leandra*, *Clidemia* e *Tococa*. No entanto, é notável a ocorrência de espécies muito distantes filogeneticamente do restante das espécies classificadas como *Miconia*, como as espécies dos clados 1, 2 e 3. Assim, é possível concluir que a morfologia destas espécies, que justificou a sua classificação original junto ao

gênero *Miconia*, representam, na realidade, homoplasias. Da mesma forma, a ampla diversidade de espécies de *Miconia* s.s. entre os clados 4 e 18, e o forte padrão biogeográfico dos clados, permite inferir que os eventos de especiação ocorreram majoritariamente a níveis locais, com pouca influência da introdução de grupos distantes e de eventos de múltiplas migrações (GOLDENBERG et al. 2008).

**Tabela 4 - Compilação de dados das árvores filogenéticas deste trabalho e de Gavrutenko et al. 2020**

Clado <sup>1</sup>	Sustentação (bootstrap) <sup>1</sup>	Idade (Ma anos) <sup>2</sup>	Composição	Relacionamento <sup>3</sup>	Nome	Distribuição predominante
1	100	5,35	Idêntica	Idêntico	-	Amazônia a Mata Atlântica
2	98	4,84	Idêntica	Idêntico	-	Amazônia
3	86	3,65	Praticamente idêntica (diferença de uma espécie)	Idêntico	-	Amazônia a Mata Atlântica
4	100	5,45	Idêntica	Parecido	-	Amazônia
5	79	4,84	Muito parecida (>90% espécies compartilhadas)	Parecido	Chaenantha <sup>1</sup>	Mata Atlântica e Cerrado
6	61	4,9	Muito parecida (>90% espécies compartilhadas)	Idêntico	-	Ampla no território brasileiro
7	70	1,24	Idêntica	Idêntico	-	Amazônia/Mata Atlântica
8	96	8,87	Idêntica	Parecido	-	Amazônia/Mata Atlântica
9	87	3,7	Muito parecida (>90% espécies compartilhadas)	Muito parecido	Multispicata <sup>5</sup>	Amazônia/Mata Atlântica
10	96	4,92	Idêntica	Muito parecido	Albicans 1 <sup>5</sup>	Ampla no território brasileiro
11	91	2,17	Idêntica	Muito parecido	Chrysophylla 1 <sup>5</sup>	Da Amazônia ao Cerrado
12	100	4,76	Idêntica	Muito parecido	Albicans 2 <sup>5</sup>	Amazônia
13	69	3,56	Parecido (~70% espécies compartilhadas)	Muito parecido	Chrysophylla 2 <sup>5</sup>	Amazônia
14	82	4,47	Muito parecida (>90% espécies compartilhadas)	Muito parecido	Discolor <sup>5</sup>	Mata Atlântica/Cerrado
15	62	6,91	Muito parecida (>90% espécies compartilhadas)	Diferentes	-	Amazônia
16	88	5,91	Idêntica (Obs.: Neste trabalho inclui <i>M. schwackei</i> que é um sequenciamento novo)	Diferentes	-	Amazônia
17	92	6,74	Idêntica	Diferentes	-	Amazônia
18	98	4,63	Muito parecida (>90% espécies compartilhadas)	Diferentes	-	Ampla no território brasileiro

<sup>1</sup> Este trabalho; <sup>2</sup> GAVRUTENKO et al. 2020; <sup>3</sup> Em relação ao grupo-irmão do referido clado; <sup>4</sup> GOLDENBERG et al. 2018; <sup>5</sup> CADDAN 2013.

Este processo de diversificação local pode explicar, ao menos em parte, a alta taxa de homoplasias morfológicas entre as espécies da tribo (JUDD; SKEAN, 1991), visto que uma

vez no mesmo ambiente, a seleção natural pode ter atuado de modo a fixar caracteres semelhantes em espécies com origens distintas.

Como mencionado, alguns dos cladogramas já foram bem estudados e descritos, como é o caso dos cladogramas 5, 9, 10, 11, 12, 13 e 14.

O cladograma 5 trata-se da seção *Chaenantha* descrita e estudada por Goldenberg, Reginato & Michelangeli (2018). É um cladograma endêmico da região leste brasileira, marcado por forte homoplasia entre os caracteres morfológicos (algumas linhagens com anteras compridas, amarelas e poros pequenos, e o restante com anteras menores, brancas e poros grandes) cujo centro de diversidade ocorre na região da Serra do Mar de Santa Catarina ao Espírito Santo (GOLDENBERG; REGINATO; MICHELANGELI, 2018). Apesar disso, algumas espécies têm distribuição bastante ampla, como é o caso de *M. staminea* DC., que de acordo com a Flora do Brasil (Goldenberg et al. 2020) possui registro para o Pará e Mato Grosso, sendo a única espécie deste cladograma com presença no domínio fitogeográfico da Amazônia. Neste trabalho, os autores estimaram 24 espécies circunscritas para esta seção, e utilizaram quatorze marcadores de DNA (quatro plastidiais, dois espaçadores nucleares e oito íntrons nucleares) para testar a filogenia; além disso também investigaram alguns caracteres morfológicos, como mencionado acima. Corroborando sua hipótese, o grupo é bem sustentado na árvore aqui apresentada, mas, como os próprios autores comentam, as relações entre os subcladogramas ainda não têm um bom suporte estatístico. Uma observação em relação à amostragem é que neste artigo os autores comentam que *M. molesta* Cogn. não possui coletas mais recentes, no entanto buscando no *speciesLink* encontram-se 5 exsiccatas coletadas em 2015 e 4 coletadas em 2016, todas depositadas em herbários nacionais, o que possibilita sua inclusão em novos estudos, caso se confirme que a identificação é confiável. Outra espécie cujos dados moleculares não foram incluídos na amostragem pelos autores é *M. picinguabensis* R.Goldenb. & A.B.Martins. No entanto, atualmente este táxon já possui sequências disponíveis no Genbank para ETS e ITS e a hipótese obtida neste trabalho corrobora sua posição dentro da seção *Chaenantha*.

Os cladogramas de 9 a 14 foram objetos de estudo de duas teses de doutorado realizadas na última década (CADDDAH, 2013; MEIRELLES, 2015) e compõem o cladograma maior *Miconia* sect. *Discolor*. Suas espécies se distinguem por possuírem a face abaxial das folhas cobertas com indumento moderado a denso na forma de tricomas ramificados (CADDDAH, 2013). São formados, em sua maioria, por espécies que estavam tradicionalmente posicionadas nas seções (*Eu*) *Miconia*, *Glossocentrum* e *Cremanium* (classificação infragenérica delimitada por Alfred Cogniaux no século XIX). Na tese de Caddah (2013), a autora delimitou quatro grupos

que seriam subseções dentro de *Miconia s.s.* Estes grupos corresponderiam aos clados 9 (Clado Multispicata), 10+12 (Clado Albicans), 11+13 (Clado Chrysophylla) e 14 (Clado Discolor) do presente estudo. Nos três trabalhos analisados (CADDAAH, 2013; MEIRELLES, 2015; GAVRUTENKO et al. 2020) e também aqui, é consenso que todos estes quatro grupos originaram a partir de um ancestral comum, porém a relação entre eles ainda não é bem definida. Por exemplo, algumas espécies circunscritas originalmente no clado Chrysophylla no trabalho de Caddah (2013), como *M. cyathanthera* Triana, *M. cipoensis* R.Goldenb., *M. amoena* Triana, *M. dispar* Benth. e *M. ferruginata* DC. fogem desta circunscrição no presente trabalho, no qual estão englobadas junto a espécies do clado Albicans. O relacionamento dos clados também apresenta diferenças: neste trabalho e no trabalho de Caddah (2013), o clado Multispicata compartilha um ancestral direto com os outros três clados, enquanto que no trabalho de Meirelles (2015) essa “posição” é ocupada pelo clado Chrysophylla e na filogenia de Gavruteko et al. (2020) estes dois clados derivam do mesmo ancestral.

O clado 14 (Discolor) tem um padrão biogeográfico bastante evidente, com espécies restritas à região sudeste da América do Sul, incluindo Paraguai e Argentina e, no Brasil, ocorrem principalmente na Mata Atlântica e algumas espécies no Cerrado (CADDAAH, 2013). Neste clado também estão presentes as duas únicas espécies que ocorrem no domínio dos Pampas (*M. cinerascens* e *M. hyemalis*). No caso de *M. cinerascens* e suas variações, a classificação deste pequeno grupo é complexa. Em um trabalho de iniciação científica realizado na UFSC por Goebel (2020), os resultados preliminares indicam que pode se tratar de apenas uma espécie de grande polimorfismo morfológico e genético; entretanto outros autores consideram suas variações suficientes para que se delimite duas variedades (GOLDENBERG, 2004).

Os demais clados (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 15, 16, 17 e 18) não foram estudados ainda ou pelo menos não tiveram seus estudos publicados. Muitas espécies “brasileiras” não formam clados de acordo com os critérios adotados neste trabalho, no entanto estão relacionadas filogeneticamente a outras espécies de *Miconia s.s.* que não ocorrem no país ou a espécies de outros gêneros da tribo:

No primeiro caso, geralmente se tratam de espécies com uma distribuição bastante ampla, ocorrendo nas fronteiras da Amazônia, dos Andes e até em algumas ilhas da América Central (figura 1); do ponto de vista da biogeografia histórica, poderia-se pensar isto como uma dispersão a partir de uma área ancestral de diversidade que não surgiu necessariamente no (atual) território brasileiro, mas em alguma região próxima e que ao longo do tempo formou o padrão de distribuição como vemos hoje. O padrão de endemismo de muitas



espécies de *Miconia s.s.* para a região Amazônica (somente das espécies brasileiras, 131 são endêmicas deste domínio fitogeográfico, segundo Goldenberg et al. 2020) também pode explicar a proximidade filogenética entre estas espécies, visto a forte correlação entre estes dois aspectos (CARVALHO, 2011). Estudos futuros podem corroborar esta hipótese com a inclusão de mais dados.

**Figura 5 – Exemplos de distribuição de espécies de *Miconia s.s.* nas Américas do Sul e Central**



Fonte: Adaptado de Plants of The World Online <<http://www.plantsoftheworldonline.org/>>.

No segundo caso, de espécies que são filogeneticamente relacionadas a outros gêneros da tribo, isto só corrobora o polifiletismo de *Miconia s.s.* e como os padrões biogeográficos são importantes na delimitação de grupos naturais. Por exemplo, *M. labiakiana* e *M. multinervia*, que possuem distribuição na Mata Atlântica, estão circunscritas em um clado com outras espécies de *Clidemia* e *Pleiochiton* da Mata Atlântica. Não coincidentemente estas espécies se distribuem no mesmo domínio fitogeográfico. Estudos futuros devem investigar características morfológicas que ajudem a definir este clado e fortalecer (ou não) a sua sustentação.

O estudo de Gavrutenko e colaboradores (2020) traz uma contribuição importante à tentativa de elucidar a história natural da tribo ao incluir da calibração molecular na filogenia, o que permite estimar o tempo de divergência dos nós, ou seja, é possível estimar há quanto tempo determinada linhagem começou a se diversificar até chegar nas espécies que se conhece atualmente. Analisando a idade dos nós que deram origem aos dezoito clados deste estudo em específico, nota-se que o tempo de divergência varia entre 1,24 milhão de anos

(clado 7) e 8,87 milhões de anos (clado 8). Também é interessante destacar a idade da linhagem que deu origem à tribo Miconieae (estimada em 17 milhões de anos) e da linhagem que dá origem à maior parte da diversidade brasileira de *Miconia* s.s. (12,27 milhões de anos). Estudos de biogeografia e diversificação poderão elucidar os processos que deram origem a cada uma dessas linhagens.

Na tabela 3 é mostrada uma compilação dos dados da filogenia gerada para o presente trabalho (marcadores ETS e ITS) e da filogenia do artigo de Gavrutenko e colaboradores (2020) (9 marcadores - 3 nucleares e 6 plastidiais), em relação à composição dos clados em cada trabalho, seu valor de sustentação (apenas este trabalho) e os tempos de divergências das linhagens (apenas o trabalho de Gavrutenko et al. 2020). Percebe-se que a grande maioria dos clados tem uma circunscrição idêntica ou quase idêntica de espécies, e que a principal diferença entre as árvores é o relacionamento dos clados entre si. Assim, pode-se concluir que apesar de terem sido usados apenas dois marcadores nucleares (ETS e ITS) para gerar a árvore deste trabalho, estes mostraram ter um grande potencial informativo e confiável, ao menos para resolução dos nós mais recentes da árvore.

Ficam evidentes alguns clados que se mostraram coerentes na comparação entre as duas filogenias (em relação à composição e ao relacionamento com outros clados) e nunca foram tratados taxonomicamente, como os clados 1, 2, 3 e 7, por exemplo, que se mostraram com composição e relacionamento idênticos. Além disso outros clados como os clados 4, 8, 17 e 18 apresentaram um suporte estatístico bastante forte (bootstrap acima de 90). Diante disso, é razoável propor a circunscrição destes clados em categorias infragenéricas, a partir de um estudo taxonômico e morfológico mais aprofundado em cada um deles.

Apesar da proposta recente de incluir todas as espécies da tribo sob o gênero *Miconia* (MICHELANGELI et al. 2019), nada muda em relação à possibilidade de utilizar a árvore aqui apresentada para identificar clados e reorganizar uma classificação infragenérica para este gênero megadiverso, pois se trata basicamente de uma questão nomenclatural.

Certamente a delimitação de grupos naturais com mais suporte deverá avaliar espécies que ocorrem em outros países, principalmente aqueles onde se estende o domínio fitogeográfico da Amazônia (Peru, Colômbia, Venezuela, Equador, Bolívia, Guiana, Suriname e Guiana Francesa).

## 5 CONCLUSÃO

O conhecimento sobre a filogenia do gênero *Miconia* s.s. teve grandes avanços nos últimos anos e a colaboração entre pesquisadores foi muito importante para a construção de um banco de dados e para uma melhor compreensão das suas relações evolutivas. O tratamento molecular tem sido fundamental na elucidação dessas questões, principalmente em se tratando de um grupo tão diverso morfológicamente e amplo em número de espécies, e tem sido um recurso importante na delimitação (mesmo que preliminar) dos clados. Apesar disso a morfologia é um aspecto essencial do conhecimento da flora e deve ser investigada em estudos futuros da tribo, principalmente para facilitar identificações mais práticas.

Mesmo com a diversidade de domínios fitogeográficos no Brasil, as espécies de *Miconia* s.s. ocorrem por quase todas as suas extensões do país, em especial na Amazônia, onde ocorre mais da metade das espécies e onde também se deve intensificar esforços para coletar e conhecer a flora da região. Certamente a delimitação de grupos monofiléticos não corresponde com os limites geográficos de países/estados, no entanto a descentralização é um ponto de partida para o estudo de grupos como *Miconia* s.s. e da tribo Miconieae no geral.

Com os resultados compilados e analisados nesse trabalho, espera-se que ele possa servir como base para estudos futuros de taxonomia, biogeografia e sistemática. A partir da tabela gerada, é possível identificar as oito espécies que necessitam de tratamento em laboratório de biologia molecular. Sessenta e uma espécies foram incluídas pela primeira vez numa filogenia contextualizada da tribo, duas novas espécies tiveram seu DNA extraído e sequenciado (*M. schwackei* e *M. subsimplex*) e dezoito clados foram delimitados preliminarmente, sendo que cinco deles corroboram estudos já publicados para o gênero no Brasil

Conclui-se também que uma mesma árvore filogenética pode ser utilizada para estudar diferentes aspectos de um mesmo grupo taxonômico, dependendo do método e das ferramentas que se utilize na sua construção, por exemplo: a filogenia do presente estudo que incluiu valores de bootstrap informando a sustentação dos clados, e a filogenia de Gavrutenko e colaboradores (2020) que incluiu a datação molecular informando a idade estimada dos clados.

Os clados identificados são grupos bem sustentados nesta filogenia e diante disso têm potencial para serem circunscritos em categorias infragenérica, a partir de estudos mais aprofundados que avaliem também aspectos morfológicos.

## REFERÊNCIAS

- BACCI, Lucas F.; GOLDENBERG, Renato. *Miconia valentinensis* (Melastomataceae), a new species from Espírito Santo, Brazil. **Phytotaxa**, v. 195, n. 4, p. 272-278, 2015.
- BALDWIN, Bruce G. et al. The ITS region of nuclear ribosomal DNA: a valuable source of evidence on angiosperm phylogeny. **Annals of the Missouri botanical garden**, p. 247-277, 1995.
- BALDWIN, Bruce G.; MARKOS, Staci. Phylogenetic utility of the external transcribed spacer (ETS) of 18S–26S rDNA: congruence of ETS and ITS trees of Calycadenia (Compositae). **Molecular phylogenetics and evolution**, v. 10, n. 3, p. 449-463, 1998.
- CADDAH, Mayara K. **Estudos taxonômicos e filogenéticos em *Miconia* sect. *Discolor* (Melastomataceae, Miconieae)**. 2013. 257 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP. 2013.
- CADDAH, Mayara K.; AUGUSTIN, Ana Flávia; GOLDENBERG, Renato. Deflating *Miconia* (Melastomataceae) from Eastern Brazil, with 31 new synonyms and other nomenclatural issues. **Phytotaxa**, v. 468, n. 3, p. 283-295, 2020.
- CADDAH, Mayara K.; MEIRELLES, Julia. *Miconia goldenbergiana* (Melastomataceae, Miconieae): a new species from the Atlantic Forest, Brazil. **Phytotaxa**, v. 356, n. 2, p. 167-173, 2018.
- CARUSO, Mariléa Martins Leal. **O desmatamento da Ilha de Santa Catarina de 1500 aos dias atuais**. Florianópolis: Editora UFSC, 1990.
- CARVALHO, Claudio J. B. Áreas de endemismo. IN: ALMEIDA, Eduardo A. B.; CARVALHO, Claudio J. B. (org). **Biogeografia da América do Sul: padrões & processos**. São Paulo: Editora Rocca, 2011. p. 25-33.
- CHASE, Mark W. et al. Phylogenetics of seed plants: an analysis of nucleotide sequences from the plastid gene rbcL. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, p. 528-580, 1993.
- CLAUSING, Gudrun; RENNER, Susanne S. Molecular phylogenetics of Melastomataceae and Memecylaceae: implications for character evolution. **American Journal of Botany**, v. 88, n. 3, p. 486-498, 2001.
- DOYLE, Jeff J.; DOYLE, Jane L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. **Phytochemical Bulletin**. v.19(1):11-15, 1987.
- GAMA, João Ricardo Vasconcellos; BOTELHO, Soraya Alvarenga; BENTES-GAMA, Michelliny de Matos. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 559-566, 2002.
- GAMBA-MORENO, Diana Lucia; ALMEDA, Frank. Systematics of the Octopleura clade of *Miconia* (Melastomataceae: Miconieae) in tropical America. **Phytotaxa**, v. 179, n. 1, p. 1-174, 2014.

GAVRUTENKO, Maria et al. Evolution of Floral Morphology and Symmetry in the Miconieae (Melastomataceae): Multiple Generalization Trends within a Specialized Family. **International Journal of Plant Sciences**, v. 181, n. 7, p. 732-747, 2020.

GOEBEL, Gabriela. **Contextualização filogenética de Miconia do Brasil**. Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Biológicas. 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/212459>>

GOLDENBERG, Renato et al. Nomenclator botanicus for the neotropical genus *Miconia* (Melastomataceae: Miconieae). **Phytotaxa**, v. 106, n. 1, p. 1-171, 2013.

GOLDENBERG, Renato et al. Phylogeny of *Miconia* (Melastomataceae): patterns of stamen diversification in a megadiverse neotropical genus. **International Journal of Plant Sciences**, v. 169, n. 7, p. 963-979, 2008.

GOLDENBERG, Renato. **O gênero *Miconia* Ruiz & Pav.(Melastomataceae): I.** Listagens analíticas, II. Revisão taxonômica da seção *Hypoxanthus* (Rich. ex DC.) Hook. f. 2000, 249 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP. 2000.

GOLDENBERG, Renato; Bacci, Lucas F.; CADDAH, Mayara K.; MEIRELLES, J. 2020. *Miconia* in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB9666>>. Acesso em: 09 abr. 2021.

GOLDENBERG, Renato; CHAGAS, Earl C. O. *Miconia nordestina* (Melastomataceae), a new species from Brazil. **Systematic Botany**, v. 39, n. 1, p. 253-259, 2014.

GOLDENBERG, Renato; COELHO DE JESUS, João; AMORIM, André M. *Miconia bahiana* (Melastomataceae, Miconieae), a new species from semideciduous forest in Bahia, Brazil. **Plant Ecology and Evolution**, v. 153, n. 1, p. 152-159, 2020.

GOLDENBERG, Renato; HINOSHITA, Lucas K. R. Two new species of *Miconia* (Melastomataceae, Miconieae) from the Brazilian northern border and adjacent French Guiana. **Brittonia**, v. 69, n. 4, p. 535-543, 2017.

GOLDENBERG, Renato; KOLLMANN, L. J. A new species of *Miconia* (Melastomataceae: Miconieae) from Espírito Santo, Brazil. **Blumea-Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants**, v. 55, n. 2, p. 139-142, 2010.

GOLDENBERG, Renato; REGINATO, Marcelo; MICHELANGELI, Fabián A. Disentangling the infrageneric classification of megadiverse taxa from Mata Atlantica: Phylogeny of *Miconia* section *Chaenantha* (Melastomataceae: Miconieae). **Taxon**, v. 67, n. 3, p. 537-551, 2018.

GOLDENBERG, Renato; REGINATO, Marcelo; MICHELANGELI, Fabián A. *Miconia s.s. lucenae* (Melastomataceae), a new species from montane Atlantic Forest in Espírito Santo, Brazil. **PeerJ**, v. 8, p. e8752, 2020.

HIGUCHI, Pedro et al. Composição florística da regeneração natural de espécies arbóreas ao longo de oito anos em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 30, n. 6, p. 893-904, 2006.

IONTA, Gretchen M. et al. Two new species of *Miconia* sect. *Sagraea* (Melastomataceae) from the Macaya Biosphere Reserve, Haiti, and twelve relevant new species combinations. **Brittonia**, v. 64, n. 1, p. 61-72, 2012.

JUDD, Walter S. et al. **Sistemática Vegetal-: Um Enfoque Filogenético**. Artmed Editora, 2009.

JUDD, Walter S. Taxonomic studies in the Miconieae (Melastomataceae). I. Variation in inflorescence position. **Brittonia**, v. 38, n. 2, p. 150-161, 1986.

JUDD, Walter S.; SKEAN, James D. Taxonomic studies in the Miconieae (Melastomataceae): IV. Generic realignments among terminal-flowered taxa. **Biological sciences**, 1991.

KATOH, Kazutaka; STANDLEY, Daron M. MAFFT: multiple sequence alignment software version 7: improvements in performance and usability. **Molecular biology and evolution**, v. 30, n. 4, p. 772-780, 2013.

KEARSE, Matthew et al. Geneious Basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data. **Bioinformatics**, v. 28, n. 12, p. 1647-1649, 2012.

KUMAR, Sudhir et al. MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. **Molecular biology and evolution**, v. 35, n. 6, p. 1547-1549, 2018.

MAJURE, Lucas C. et al. Evolution of the sandpaper clade (Miconieae, Melastomataceae). **International Journal of Plant Sciences**, v. 176, n. 7, p. 607-626, 2015.

MEIRELLES, Julia. **Filogenia de *Miconia* seção *Miconia*, subseção *Seriatiflorae* e revisão taxonômica do clado *Albicans* (Melastomataceae, Miconieae)**. 2015. 257 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP. 2015.

MEIRELLES, Julia; BOELTER, Carlos Renato; GOLDENBERG, Renato. *Miconia rondoniensis* (Melastomataceae), a new species from the Southern Amazon of Brazil. **Brittonia**, v. 69, n. 4, p. 470-476, 2017.

MEIRELLES, Julia; CADDAH, Mayara K.; GOLDENBERG, Renato. *Miconia macuxi* (Miconieae, Melastomataceae): a new species from the Amazonian white sand vegetation. **Phytotaxa**, v. 220, n. 1, p. 54-60, 2015.

MEIRELLES, Julia; GOLDENBERG, Renato A new species of *Miconia* (Miconieae, Melastomataceae) from the Brazilian Amazon. **Phytotaxa**, v. 173, n. 4, p. 278-284, 2014.

MEIRELLES, Julia; LIMA, Duane F.; GOLDENBERG, Renato. *Miconia astrocalyx* (Melastomataceae, Miconieae): a new species from Brazilian Cerrado. **Phytotaxa**, v. 257, n. 2, p. 187-192, 2016.

MESSEDER, João Vitor S. et al. Frugivory and seed dispersal in a hyperdiverse plant clade and its role as a keystone resource for the Neotropical fauna. **Annals of Botany**, v. 127, n. 5, p. 577-595, 2021.

MICHELANGELI, Fabián A. et al. 2009 onward. **PBI Miconieae**: A complete web-based monograph of the tribe Miconieae (Melastomataceae). The New York Botanical Garden, Bronx, NY. Disponível em: <<http://sweetgum.nybg.org/Melastomataceae>>

MICHELANGELI, Fabián A. et al. A preliminary phylogeny of the tribe Miconieae (Melastomataceae) based on nrITS sequence data and its implications on inflorescence position. **Taxon**, v. 53, n. 2, p. 279-290, 2004.

MICHELANGELI, Fabián A. et al. Multiple events of dispersal and radiation of the tribe Miconieae (Melastomataceae) in the Caribbean. **The Botanical Review**, v. 74, n. 1, p. 53-77, 2008.

MICHELANGELI, Fabián A. et al. Nomenclatural novelties in *Miconia* (Melastomataceae: Miconieae). **Brittonia**, v. 71, n. 1, p. 82-121, 2019.

MICHELANGELI, Fabián A.; GOLDENBERG, Renato. *Miconia papillosperma* (Melastomataceae, Miconieae): a new species from Amazonas, Brazil. **PhytoKeys**, n. 63, p. 31, 2016.

MILLER, Mark A.; PFEIFFER, Wayne; SCHWARTZ, Terri. 2010 Creating the CIPRES Science Gateway for inference of large phylogenetic trees. In: **Proceedings of the gateway computing environments workshop (GCE)**. 2010. p. 1-8.

POCZAI, Péter; HYVÖNEN, Jaakko. Nuclear ribosomal spacer regions in plant phylogenetics: problems and prospects. **Molecular biology reports**, v. 37, n. 4, p. 1897-1912, 2010.

RAMBAUT, Andrew. FigTree v1. 3.1. <http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree/>, 2009.

SpeciesLink network. disponível no INCT - Herbário Virtual da Flora e dos Fungos (<http://inct.splink.org.br>) em 22 de Abril de 2021 às 10:12.

STAMATAKIS, Alexandros. RAxML version 8: a tool for phylogenetic analysis and post-analysis of large phylogenies. **Bioinformatics**, v. 30, n. 9, p. 1312-1313, 2014.

STEVENS, P. F. (2001 continuamente atualizado). **Angiosperm Phylogeny Website**. Version 14, July 2017. Disponível em <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. Acesso em 20/04/2021.

**APÊNDICE A – Tabela com dados de tratamento molecular das espécies de *Miconia s.s.* do Brasil. \*Espécie sem sequências.**

Espécie ( <i>Miconia</i> )	Voucher	Herbário	Sequências de marcadores moleculares e seus respectivos números de acesso no Genbank														
			rpl16	rbdL	ndhF	waxy	accDpsal	psbK-L	ETS	ITS	tmH	tml-F	trnS-G	atpB-rbdL	atpF-H		
1 abbreviata	Michelanceli, F.A.1410	NY									KF820692	KF821546					
2 acinodendron	*	*															
3 acuminata	Poncov, O. 1 Eareloto, C. s/n	CAY P		10626214				KF820127	KF822080	KF820894	KF821548			MK006979		MH744004	
4 acutifolia	Radosavljevic 191 Radosavljevic 222 Radosavljevic 253	US US US															
5 affinis	Martin, C. V. 428 Michelanceli, F.A. 1400 Moran, R.C. 7926 STRIBCI 252066	NY NY NY STRI			EU055977			KF820132	KF822085	KF820903	EF418879						
6 alata	Martin, C. V. 394	NY			GQ981798			KF820135	KF822080	KF820908	KF821553		GQ982284		MK006832	MH744007	
7 albicans	Lima, R.A.F. & Vaz, M.C. s/n Bequer, E. 85387 Martin, C. V. 403 Nee, M. 55185	ESA HAB NY NY		MG718382				KF820136	KF822082	KF820909	MG708050					MH744009	
8 alborufescens	Goldenbera, R. 751 Silveira, F. O. 02 Meirelles, I. 859 Santos, A.K.A. 776	LPCB LPCB NY LPCB NY LPCB NY			EU055978			MK006238	MK006593	MK006524	MK020542			MK006744		MK006307	
9 aliquantula	Martin, C. V. 473	NY															
10 altmans	Goldenbera, R. 1008	LPCB						KF820140	KF822085	KF820912							
11 amacurensis	Chagas-Mota, E.C.O. 10214	MAC															
12 amapaensis	*	*															
13 amazonica	Michelanceli 1966	UBM, NY															
14 amnicola	McDaniel, S. 38821	NY								MK006538	MK020556					MK006308	
15 ampena	Caddah, M.K. 811	LPCB						MK006213	MK006602	MK006542	MK020552			MK006759		MK006304	
16 ampla	Kriebel, R. 5442	NY						KF820142	KF822097	KF820914	KF821557						
17 anaelana	Guimarães, P. 403	LPCB						KF820146	KF822101	KF820918	KF821560			MK006831		MH744012	
18 aplostachya	Michelanceli, F.A. 337 Michelanceli, F.A. 387	EH NY			EU055980			KF820147	KF822102	KF820919							
19 argyrophylla	Renner, S.S. 125 Martin, C. V. 414	MO NY			EU055983			KF820153	KF822108	KF820925	MH743840						
20 astrocalyx	Meirelles, I. 863	LPCB, NY						MK006187	MK006596	MK006518	MH743883			MK006980		MK006305	
21 astrotricha	*	*															
22 atlantica	Pereira, L.S. s/n Caddah, M.K. 866	LEC LPCB						MH743985	MH743932	MH743816	MH743880					MH744097	
23 aulocalyx	Goldenbera, R. 1097 Goldenbera, R. 1360	LPCB LPCB						MH743953	MH743903	MH743784	MH743843			MK006774		MH744020	
24 aurea	Michelanceli, F.A. 1347 Goldenbera, R. 942	NY LPCB						KF820159	KF822114	KF820931	KF821564						
25 aureoides	Michelanceli, F.A. 1419	NY						KF820160	KF822115	KF820932	KF821566						
26 bahiana	*	*															
27 barbinervis	Goldenbera, R. 1362	LPCB						KF820163	KF822119	KF820936	KF821568						
28 baumgratziana	Caddah, M.K. 730 Goldenbera, R. 1054	LPCB NY, LEC LPCB						MH743951	MH743901	MH743782	MH743841					MH744015	
29 biandulosa	Sathers, C.A. 332	NY						KF820166	KF822122	KF820939	EU065723						
30 bracteata	Martin, C. V. 443 Redden, K.M. 1686	NY US			EU055990						EF418884						
31 bradeana	Reinato, M. 1245	LPCB							MF953107	KF820169	KF822127	KF820943					
32 brasiliensis	Goldenbera, R. 912 Goldenbera, R. 62	LPCB LPCB, LEC, MEM, US			GQ138322	MF953080	GQ138263	GQ138350	KF820945	GQ138307				MK006791		GQ138282	
33 brevipes	*	*									EU065727						
34 brunnea	Goldenbera, R. 736	LPCB						EU055994	KF820173	KF822131	KF820948	EU065730		MK006788		MH744017	
35 bubalina	Moran, R.C. 7502	NY						EU055995		KF822132	KF820949	EU065731					



36	budejoides	Goldenberg, R. 722	UPCB	EU055996	KF820174	KF822133	KF820950	EU055732	MK006747	MH744019
37	burchelli	Goldenberg, R. 835	UPCB NY, CEPEC		MH743952	MH743902	MH743783	MH743842		MH744018
38	cauia	Labiak, P. 5278	NY, UPCB							MK006316
38	cauia	Goldenberg, R. 1734	CEPEC, NY, UPCB							
39	calvescens	Goldenberg, R. 836	UPCB		KF820178	KF822138	KF820955			
40	campestris	Kollman, L. 8569	UPCB	EU056000				EU055736		
40	campestris	Redden, K.M. 1281	US			KF822140	KF820957	KF821573		
41	cannabina	Rimachi, M. 7644	NY, MO					MK006692	MK006545	MK006326
42	capvaba	Kollman, L. 8564	UPCB	EU056002	KF820181	KF822142	KF820959	EU055738	MK006818	MH744023
43	carassana	*	*							
44	castaneiflora	Quimrães, P. 315	UPCB		KF820183	KF822144	KF820961	KF821575		MH744024
44	castaneiflora	Caddah, M.K. 447	UPCB NY, UEC		MH743956	MH743905	MH743786	MH743845	MK006780	MH744025
45	caudigera	Lima, I. 729	NY	EU056004	KT377118	KF820185	KF822146	KF820963	EU055740	
45	caudigera	Silveira, F. O. 04	UPCB		KF820284	KF822254	KF821068	KF821627		
46	cautis	*	*							
47	centrodesma	Michelangelo, F.A. 765	NY	EU056005				AY460504		
47	centrodesma	Goldenberg, R. 984	UPCB		KF820187	KF822148	KF820964	KF821577		
48	ceramicarpa	Meinelles 864	UPCB NY							
48	ceramicarpa var. ceramicarpa	Martin, C. V. 406	NY	KR062962				EU055741	KR062803	
48	ceramicarpa var. ceramicarpa	Martin, C. V. 406a	NY		KF820190	KF822151	KF820965	KF821578		
48	ceramicarpa var. crozierae	Martin, C. V. 283	NY		KF820188	KF822149	KF820966			
48	ceramicarpa var. crozierae	Martin, C. V. 436	NY					EU055742		
48	ceramicarpa var. navoiensis	Martin, C. V. 406b	NY		KF820189	KF822150	KF820967	EF418885		
49	chamissois	Goldenberg, R. 771	UPCB	EU056008				EU055748		
50	chrysophylla	Kelly, J. 1366	MEXU	EU056010	MF853091	KF820200	KF822161	EU055750	EU055750	KF820977
51	ciliata	Kriebel, R. 5528	NY					KF820979	KF821580	
51	ciliata	Michelangelo, F.A. 1278	NY		KF820201	KF822162		KF820978	KF821581	
51	ciliata	Michelangelo, F.A. 327	NY						AY460505	
52	cindhorifolia	*	*							
53	cinerascens	Caddah, M.K. 764	UPCB NY		MH743968	MH743915	MH743798	MH743858	MK006813	MH744056
53	cinerascens	Goldenberg, R. 730	UPCB	EU056011	KF820202	KF822164	KF820981	EU055751		MH744032
53	cinerascens	Goldenberg, R. 782	UPCB	EU056012	KF820203	KF822165	KF820980	EU055752	MK006786	
54	cinerea	Goldenberg, R. 822	UPCB NY, MEM							MH744033
54	cinerea	Uhlmann, A. 462	UPCB		MH743987	MK006725	MK006520	MH743884		MK006315
55	cinnamomifolia	Collata, G. D. 1256	ESA	MG883607						
55	cinnamomifolia	Lima, R.A.F. s/n	ESA	MG718159				MG708097		
55	cinnamomifolia	Sauza, V.C. 29273	ESA	MG718568				MG708008		
56	cipoensis	Goldenberg, R. 754	UPCB	EU056013	KF820204	KF822166	KF820982	EU055753	MK006821	MH744034
57	collatata	Silveira, F. O. 03	UPCB		KF820205	KF822167	KF820983	KF821582	MK006749	MH744035
58	compressa	Goldenberg, R. 748	UPCB	EU056014	KF820207	KF822170	KF820986	EU055754		MH744036
59	comatridia	Chaças-Mata 10544	MAC							
60	corallina	*	*							
61	cowanii	Silveira, F. O. 05	UPCB		KF820211	KF822174	KF820990	KF821587	MK006781	MH744037
61	cowanii	Daly, D.C. 4035a	NY					MK006540	MK020559	MK006323
62	crassinervia	David, H. 3244	HUA		KF820215	KF822178	KF820994			
62	crassinervia	Michelangelo, F.A. 730	NY	EU056017				EU055758		
63	cretacea	*	*							
64	cutatanensis	Sampaio, D. 114	ESAVRB		KF881240			MG708076		
64	cutatanensis	Sauza, V.C. 30094	ESAVRB		MG718160			MG708009		
64	cutatanensis	Goldenberg, R. 715	UPCB	EU056020	KF820219	KF822183	KF820999	EU055761	MK006752	MH744038
65	cuspidata	Remmer, S.S. 2160B	MO		KF820221	KF822185	KF821002	EF418886		
65	cuspidata	Caddah, M.K. 626	UPCB NY, UEC, INPA	MF853092				MF853135	MF853151	
66	cyathantha	Caddah, M.K. 420	UPCB		KF820224	KF822188	KF821005	KF821592	MK006751	MH744039
67	decumens	Lilloa Lilloa, C. 1792	NY, MO					KF821007	KF821593	
68	diaphanea	Caddah, M.K. 610	UPCB		KF820230	KF822195	KF821012	KF821595		
69	dichroa	*	*							
70	dichrophylla	Boelter, C.R. 434	UPCB NY					MK006269	MK006539	MK020550
71	discolor	Goldenberg, R. 749	UPCB	EU056024	KF820233	KF822198	KF821015	EU055767	MK006750	MH744040
72	dispar	Goldenberg, R. 967	UPCB		KF820234	KF822199	KF821016	KF821597	MK006798	MH744041

73	<i>dodecandra</i>	Bettinardi, M.L. 22 Ludd, W. 8093 Michelangelo, F.A. 758 VS7933 (Olea et al. 2014) Michelangelo, F.A. 577 Michelangelo, F.A. 744 Trusty 60	ESA FLAS NY Silwood Park DNA Bank NY NY não identificado	MG833608   F832039 EU711396 EU056026	I0730317 I0730527 MK296897	KF821020 KF821600 EU055789 KM495208 AY460506 EU055770 HJ358429	MK296735				
74	<i>dolichorrhyncha</i>	Goldenberg, R. 924	UPCB	MF953093	KF820240	KF822205	KF821023	KF821602			
75	<i>dorsalisporosa</i>	Caddah, M.K. 801 Kollman, L. 8572	UPCB UPCB	KT377119 MF953094	MH743947 MF952892	MH743896 MF952918	MH743777 MF953136	MH743835 MF953152	MK006815 MF952928	MF952901	
76	<i>duckei</i>	Michelangelo, F.A. 497	BH			KF822210	KF821028	AY460508			
77	<i>dura</i>	Caddah, M.K. 823	UPCB		MK006184	MK006613	MK006521		MK006777	MK006311	
78	<i>egensis</i>	Goldenberg, R. 945	UPCB				KF821029	KF821605			
79	<i>elaeodendron</i>	Lima, H.C. 6646 Klimas, S. 1510 Kelly, J. 1367 STRI:BO 177406	RB CR MEXU STRI	MF953095 EU056030	KF820246 KF820245	KF822213 KF822212	KF821031 KF821030	KF821606 MH743852	MK006834	MH744044	
81	<i>elegans</i>	Goldenberg, R. 1476	UPCB			KF820247	KF822214	KF821032	KF821607	GO982287	
82	<i>emendata</i>	*	*								
83	<i>enocaulx</i>	Michelangelo, F.A. 1430	NY			KF820249	KF822216	KF821034	KF821608		
84	<i>enoclada</i>	Goldenberg, R. 1294	UPCB			KF820126	KF822079	KF820693	KF821547		
85	<i>enodonta</i>	Caddah, M.K. 585	UPCB			KF820250	KF822217	KF821035	KF821609	MK006758	MH744045
86	<i>eucarioides</i>	*	*								
87	<i>fallax</i>	Caddah, M.K. 411 Frey, G. & Lima, R.A.F. s/n Souza, V.C. 29029 Goldenberg, R. 780 Goldenberg, R. 870 Goldenberg, R. 1054 Caddah, M.K. 737 Goldenberg, R. 1480	UPCB ESA ESA UPCB CBPEC UPCB NY UPCB UPCB			MH743988	MH743936	MH743820	MH743885 MG708077 MG708075 EU055774	MK006982	MK006310
88	<i>fasciculata</i>	Goldenberg, R. 1054 Caddah, M.K. 737 Goldenberg, R. 1480	UPCB NY UPCB	EU056033	KF820252	KF822219	KF821037			MK006785	MH744047
89	<i>feruginata</i>	Goldenberg, R. 1480	UPCB			MK006211	KF822386	KF821200	KF821697	MK006778	MH744091
90	<i>fissa</i>	Labiak, P. 5051	UPCB			MH743981 MH743989	MH743927 MH743937	MH743811 MH743821	MH743875 MH743886	MK006779 MK006978	MK006317
91	<i>flammea</i>	(Lima et al. 2018) Sampaio, D. 94 Goldenberg, R. 744 Lima, D.A. 709 Santos, R.R. 740 Caddah, M.K. 718 Caddah, M.K. 731 Souza, V.C. 30093 Goldenberg, R. 721	ESA ESA UPCB UPCB US LEC, NY UPCB, NY ESA UPCB	KF981238 EU056009		KF820198	KF822159	KF820975	MG708098 EU055749		MH744029
92	<i>famosa</i>			MG718158		MH743960 MH743964 MH743950	MH743909 MH743911 MH743889	MH743790 MH743794 MH743780	MH743849 MH743854 MH743838 MG708007 EU055734	MK006770 MK006767 MK006765	MH744030 MH744048 MH744011
93	<i>forzzae</i>	*	*	EU055998	MH743954	KF822135	KF820952			MK006766	MH744022
94	<i>fosteri</i>	*	*								
95	<i>fragrans</i>	*	*								
96	<i>fraxiviana</i>	*	*								
97	<i>goldenberiana</i>	*	*								
98	<i>grandifoliata</i>	Goldenberg, R. 972	UPCB			KF820288	KF822237	KF821053	KF821619 EF418890		
99	<i>gratissima</i>	Renner, S.S. 591 Goldenberg, R. 1001	CAS, INPA UPCB			KF820269	KF822238	KF821054	KF821620		
100	<i>heliotropoides</i>	Goldenberg, R. 1486	UPCB			MH743990	MH743938	MH743822	MH743887	MK006996	MH744112
101	<i>herpetica</i>	*	*								
102	<i>hirtella</i>	Mejrielles, I. 293	UPCB			KF820272	KF822241	KF821056	KF821622		
103	<i>holosericea</i>	Redden, K.M. 5667 Goldenberg, R. 815	US UPCB				KF822242	KF821057	KF821623 EU055782		
104	<i>hyemalis</i>	Redinato, M. 703 Goldenberg, R. 803	UPCB UPCB, NY, MEM			MH743965 MH743966	MH743912 MH743913	MH743795 MH743796	MH743655 MH743656	MK006787	MH744050 MH744051
105	<i>hypoleuca</i>	Goldenberg, R. 833	UPCB	EU056041 MF953096	KF820278	KF822248	KF821062	EU055784		MK006819	MH744052
106	<i>ibaguensis</i>	Nise, M. 55183 Michelangelo, F.A. 737	NY NY	EU056042	KF820279	KF822249	KF821063		EU055785		



152 mirabilis	Swensen, N. 231 Goldenberg, R. 845 Muscarella, R. 698 Penneys, D.S. 1307	STRI, US UPCB US NY	HM446829 KJ 082424	EU056063	KF820337	KF822312	KF821125	EU055806	HM446861		
153 molesta	*	*						AY460518			
154 multinervia	Michelangelo, F.A. 1610	UPCB					KF821128	KF821659			
155 multispicata	Michelangelo, F.A. 812	NY		EU056065	KF820342	KF822317	KF821130	EU055808		MK006810	MH744069
156 mriartha	Martin, C. V. 437	NY								MK006824	MH744070
157 nambiquarae	Goldenberg, R. 432	UPCB			KF820344	KF822319	KF821131	KF821661			
158 navioensis	Meiralles, I. 900	UPCB, NY			MH743991	MH743939	MH743823	MH743888		MK006745	MK006314
159 neblinensis	*	*									
160 nervosa	Nee, M. 55284 STRI:ECI 602650 Caddah, M.K. 787 Meiralles, I. 685	NY STRI UPCB, NY, UEC, MEM INPA, UEC, UPCB, NY	GQ981804		KF820346	KF822321	KF821133	KF821663	GQ982290	MK006837	
161 nordestina	Goldenberg, R. 2095	UPCB, NY		MF953101	MH743977	MH743923	MH743807	MH743871		MK006838	MH744062
162 octoetala	Kollman, L. 8560	UPCB		EU056066	MH743973	MH743919	MH743803	EU055810			MH744071
163 oraganensis	*	*									
164 pachydonta	*	*									
165 paleacea	Kriebel, R. 5365	NY			KF820357	KF822334	KF821146	KF821671			
166 pariculata	Caddah, M.K. 829 Caddah, M.K. 852 Goldenberg, R. 852	UPCB UPCB UPCB		MF953102 MF953103	MF952885 MF952886	MF952921 MF952922	MF953142 MF953143	MF953156 MF953157		MF952932 MF952933	MF952906 MF952907
167 papilospema	Goldenberg, R. 852	UPCB			KF820241	KF822207	KF821025			MK006796	MH744043
168 paradoxa	Rocha, M.J.R. 799 Almeida, F. 9542	RB CAS			MK006295 KF820359	MK006704 KF822336	MK006564 KF821148	MK020560 KF821672			
169 paucidens	Lima, R.A.F. e Vaz, M.C. s/n da Silva, J.B. 59855	ESVVRB UPCB	MG718386		KF820360	KF822337	KF821149	KF821673	MG708052	MK006817	MH744075
170 penduliflora	Goldenberg, R. 1536	UPCB		KT377122	KF820362	KF822339	KF821151	KF821675		MK006789	MH744076
171 peccaripa	Santos, R.R. 763	HUEFS		EU056071	KF820364	KF822341	KF821153	KF821676		MK006773	MH744077
172 petroniana	Caddah, M.K. 767	UPCB			MH743975	MH743921	MH743805	MH743868		MK006775	MH744078
173 petropolitana	Goldenberg, R. 763	UPCB		EU056072	KF820365	KF822342	KF821154	EU055815		MK006833	MH744079
174 phaeochymia	*	*									
175 phanerostila	Goldenberg, R. 926	UPCB			KF820366	KF822343	KF821155	KF821677			
176 picinoubensis	Fiaschi, P. 3904	NY					MK006537	MK020534			
177 platyoda	Michelangelo, F.A. 2039	BBS, NY					MK006735	MK006565	MK020524		
178 poeppigii	Caddah, M.K. 617	UPCB			KF820372	KF822348	KF821161	MH743869		MK006827	MH744080
179 polyandra	Kollman, L. 8577	UPCB		EU056075	MH743976	MH743922	MH743806	EU055819		MK006809	MH744081
180 prancei	*	*									
181 prasina	Atha, D.E. 6099 Swensen, N. 161 Goldenberg, R. 839 Muscarella, R. 41 Redden, K.M. 2133 Struwe, L. 1161	NY STRI UPCB US US NY	KF724230 HM446830	EU056076	KF820376	KF822352	KF821165		HM446862		
182 procumbens	Alford, M. 3093	BH						EU055818		KI 426826	
183 pseudocapsularis	*	*						AY460520			
184 aterocaulon	Goldenberg, R. 971	UPCB			KF820379	KF822357	KF821170	KF821685		MK006883	MH744083
185 puberula	Zenteno, F. 9159	NY			KF822358	KF821171	KF821686				
186 pubipetala	de Granville, J.J. 16577 LV109480	CAY CAY	I0625848		KF820380	KF822359	KF821172	EF418901			
187 punctata	Klimas, S. s/n BioBot05147 Meiralles, I. 719	CR IEOL INPA, UEC, UPCB, NY	I0626880	EU056078	KF820382	KF822361	KF821175	EU055821		MK006760	MH744084
188 pusilliflora	Frex, G. & Lima, R.A.F. s/n Souza, V.C. 29274 Goldenberg, R. 714 Goldenberg, R. 831 Caddah, M.K. 740 Goldenberg, R. 764 Goldenberg, R. 778	ESA ESA UPCB UPCB UPCB, NY, MEM, HURU UPCB, NY, UEC, SP	MG718567 MG718161					MG708096 MG708010			
				MF953105	KF820395	KF822376	KF821190			MF952936	MF952910
				MF953104	MF952888	MF952923	MF953145	MF953159		MF952935	MF952909
				EU056079	MF952897	KF822363	MF953144	MF953158		MK006792	MH744085
					KF820384	KF822363	KF821176	EU055822			
					KF820277	KF822247	KF821061				



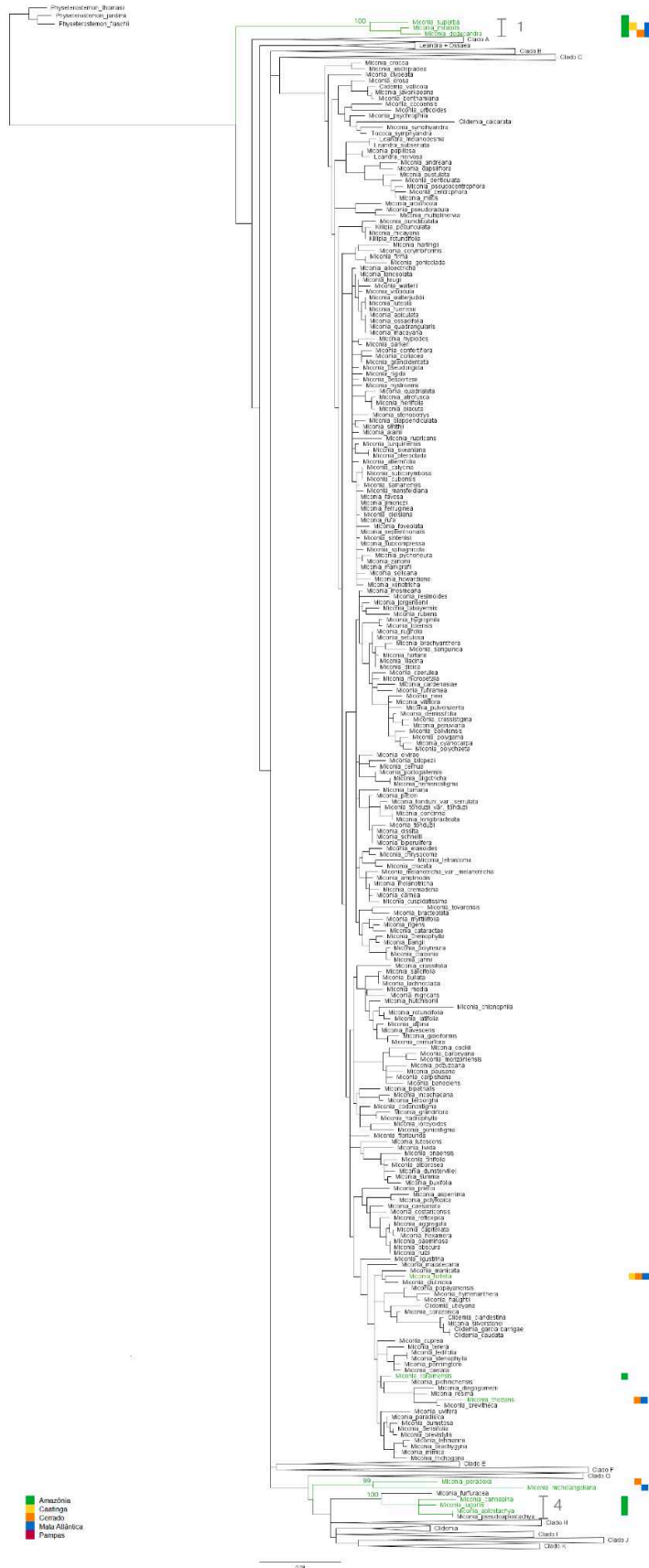
237 subvernica	Cacclah, M.K. 758	LPCB		MF953108	MF952899	MF952925	MF953148	MF953161		MF952940		MH744028			
238 superba	Michelangeli, F.A. 452	BH	EU056105		KF820433	KF822421	KF821234	EU055846							
239 tertaclifera	Cacclah, M.K. 425	LPCB		MF953109			KF821237	KF821711		MF952941		MH744039			
240 tematifolia	McDaniel, S. 20511	MO, US				MH743933	MH743817	MH743861							
241 tetrascona	Nee, M. 55235	NY					KF821238	KF821712				MH744100			
242 tetrasperma	*	*													
243 tetraspermidles	*	*													
244 theaezans	Almeda, F. 9230 Michelangeli, F.A. 844 Michelangeli, F.A. 691 Perreys, D.S. 1880	BH CAS NY MO	EU056108		KF820442 KF820440 KF820441	KF822429 KF822430 KF822428	KF821241 KF821242 KF821243	KF821714 MH743862 KF821713 EU055849		KX073193 MK008965		MH744101			
245 liliifolia	Torke, B. 547	NY			KF820444	KF822432	KF821245	KF821715							
246 tillettii	Pecklen, K.M. 1318	US				KF822438	KF821246	KF821716							
247 tomentosa	Martin, C.V. 395 Michelangeli, F.A. 1344	NY NY						EF418905							
248 trallii	Cacclah, M.K. 603	LPCB			IO730318	IO730528	KF821248								
249 trianae	Goldenberg, R. 770	LPCB	EU056111	MF953110	KF820449 KF820450	KF822439 KF822440	KF821252 KF821253	KF821721 EU055851		MK005756		MK006319			
250 trimera	Martin, C.V. 469 BcBot01491	NY IBOL			KF820452	KF822442	KF821255	EF418907							
251 trinervia	Nee, M. 55258 Pecklen, K.M. 114	NY US		IO592881	KF820453	KF822443	KF821256	KF821722 EU055853		MK008830					
252 triplinervis	Michelangeli, F.A. 1367 Perner, S.S. 215CB	NY MO			KF820454	KF822444	KF821257								
253 tristis	Goldenberg, R. 812 Goldenberg, R. 846	LPCB LPCB	EU056113	MF953111 KT377125	MF952900 KF820455	MF952926 KF822445	MF953149 KF821258	MF953162 EU055855		MF952943 MF952942		MF952917 MF952916			
254 truncata	*	*													
255 umbrosa	*	*													
256 undata	Perner, S.S. 790	MO			KF820461	KF822451	KF821264	EF418909							
257 uraphylla	Fonseca, R.S. 820	LPCB			MF953112		MF953150	MF953163							
258 valentinensis	*	*													
259 valtheri	Goldenberg, R. 718	LPCB	EU056115		KF820464	KF822454	KF821267	EU055857		MK008808		MH744103			
260 variabilis	Moran, R.C. 6948	NY			KF820503	KF822494	KF821309	AY460538							
261 villanensis	*	*													
262 wagneri	Goldenberg, R. 950	LPCB			KF820467	KF822457	KF821270	KF821727							
263 waminiana	*	*													
264 weddellii	*	*													
265 willdenowii	Goldenberg, R. 737 Kollman, L. 8561	LPCB LPCB	EU056117		KF820469	KF822459	KF821272	EU055858 MH743900 MH743781 MH743839		MK005771		MH744104 MH744013			
266 wittii	*	*													
267 wotkowskii	Varauskas 4317	LPCB, UEC													
<b>Total</b>			<b>1</b>	<b>34</b>	<b>62</b>	<b>32</b>	<b>203</b>	<b>222</b>	<b>244</b>	<b>270</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>109</b>	<b>1</b>	<b>129</b>

Fonte: adaptado de MICHELANGELI et al. 2009 continuamente atualizado.

**APÊNDICE B – Árvore filogenética da tribo Miconieae com espécies de *Miconia* s.s. brasileiras em destaque, mostrando os clados “B” e “C” abertos.**



### APÊNDICE C – Árvore filogenética da tribo Miconieae com espécies de *Miconia* s.s. brasileiras em destaque, mostrando o clado “D” aberto.

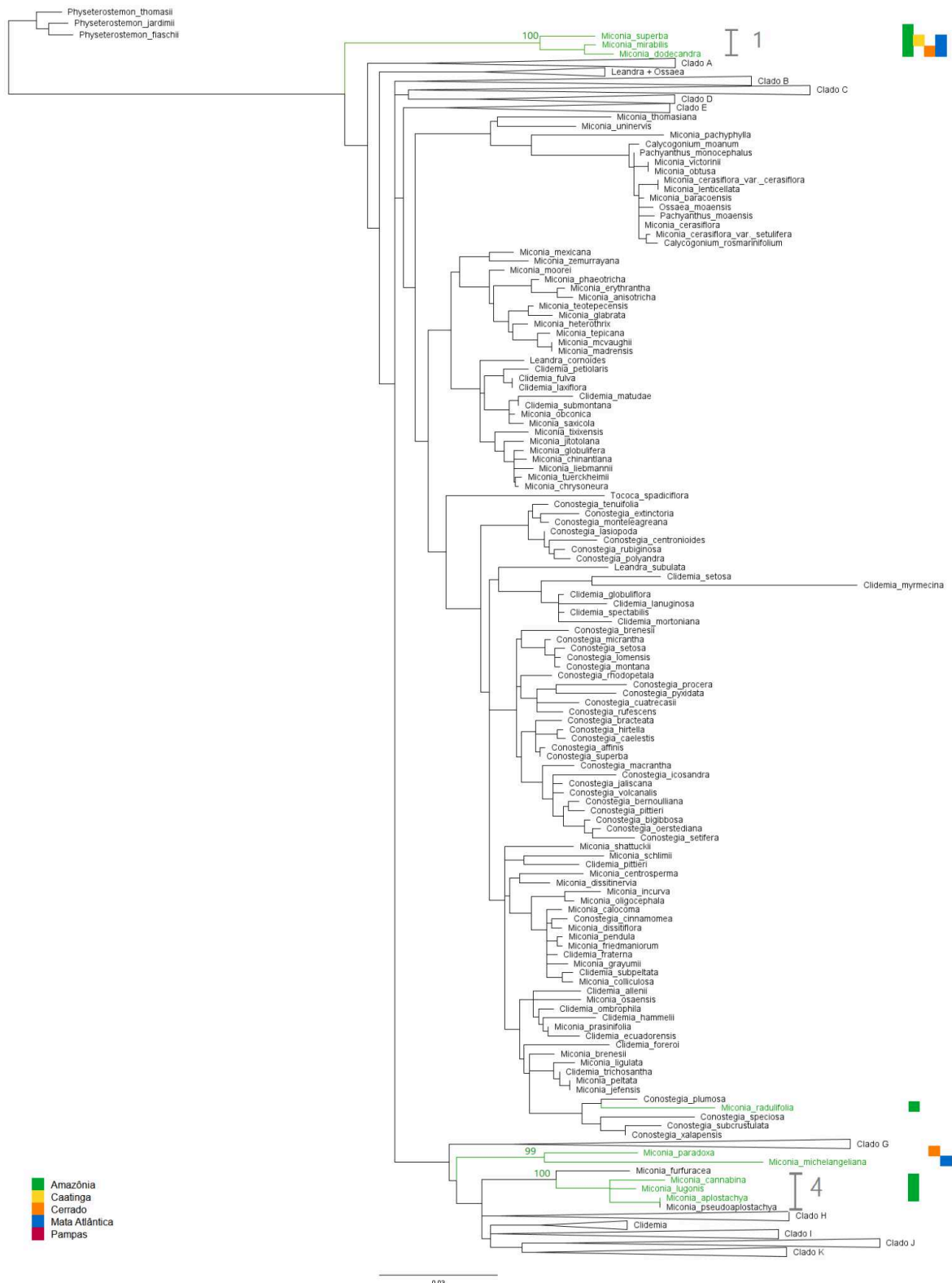




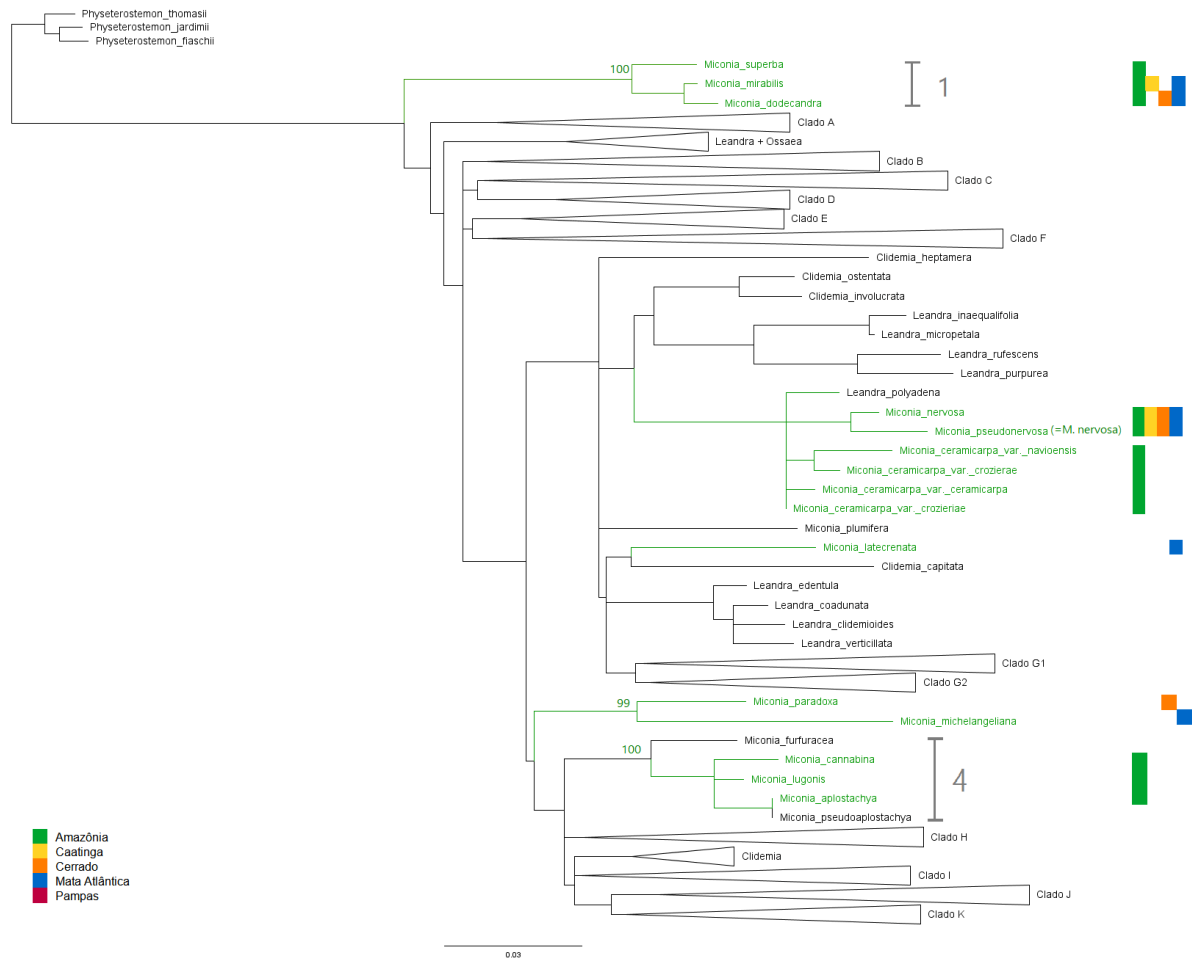
**APÊNDICE D – Árvore filogenética da tribo Miconieae com espécies de *Miconia* s.s. brasileiras em destaque, mostrando o clado “E” aberto.**



APÊNDICE E – Árvore filogenética da tribo Miconieae com espécies de *Miconia* s.s. brasileiras em destaque, mostrando o clado “F” aberto.



**APÊNDICE F – Árvore filogenética da tribo Miconieae com espécies de *Miconia* s.s. brasileiras em destaque, mostrando o clado “G” aberto.**



**APÊNDICE G – Árvore filogenética da tribo Miconieae com espécies de *Miconia* s.s brasileiras em destaque, mostrando os cladogramas “G” e “G1” abertos.**



**APÊNDICE H – Árvore filogenética da tribo Miconieae com espécies de *Miconia* s.s. brasileiras em destaque, mostrando os clados “G” e “G2” abertos.**

