

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE BIOLOGIA**

**Itayguara Ribeiro da Costa**

**Estudos cromossômicos em espécies de Myrtaceae Juss.  
no sudeste do Brasil**

Tese apresentada ao Instituto de Biologia da  
Universidade Estadual de Campinas como  
requisito parcial para obtenção do Título de  
Mestre em Biologia Vegetal

**Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eliana Regina Forni-Martins**

**Campinas - SP**

**2004**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA - UNICAMP**

**Costa, Itayguara Ribeiro**

**C823e** Estudos cromossômicos em espécies de Myrtaceae Juss. no sudeste do Brasil / Itayguara Ribeiro da Costa. -- Campinas, SP:[s.n.], 2004.

Orientadora: Eliana Regina Forni-Martins  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas.  
Instituto de Biologia.

1. Cromossomos. 2. Myrtaceae. 3. Poliploide. I. Forni-Martins, Eliana Regina.  
II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

Campinas, 05 de novembro de 2004.

## BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eliana Regina Forni-Martins  
DBT / IB / UNICAMP  
Orientadora

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carolyn Elinore Barnes Proença  
Departamento de Botânica / UnB

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Julie Henriette Antoniette Dutilh  
DBT / IB / UNICAMP

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Kikyo Yamamoto  
DBT / IB / UNICAMP

***“É melhor tentar e falhar; que preocupar-se, e ver a vida passar, é melhor tentar ainda que em vão, que sentar-se fazendo nada até o final. Eu prefiro na chuva caminhar, que em dias tristes em casa me esconder, prefiro ser feliz, embora louco, que em conformidade viver.”***

***(Martin Luther King)***

**DEDICO**

***Aos MEUS FAMILIARES, em especial aos MEUS PAIS e a MINHA IRMÃ,  
que apesar das dificuldades vividas,  
da saudade e da distância,  
nunca deixaram de acreditaram em mim  
e me deram força pra chegar onde cheguei.***

## AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Eliana Regina Forni-Martins, pela excelente orientação, paciência, “aulas de português”, amizade e confiança em mim depositada.

Aos membros da banca:

Dra. Julie Dutilh, pelas discussões no decorrer do trabalho, pelos “cafunés” nos momentos que precisava e pela sua participação na banca com diversas sugestões importantes.

Profa. Dra. Carolyn Proença pelas discussões sobre Myrtaceae e valiosas contribuições para a melhoria deste trabalho.

Profa. Dra. Kikyo Yamamoto, pelos momentos de discussão da tese e várias conversas sobre Myrtaceae e morfologia e por sua valiosa contribuição na pré-banca.

A FAPESP pela bolsa de estudos e financiamento, sem o qual não seria possível a execução deste trabalho.

Ao FAEP-UNICAMP, pelas várias vezes em que solicitamos auxílio (Coletas, Congressos e Ponte) e fomos prontamente atendidos.

A CAPES, pelos primeiros meses de bolsa.

Por terem aberto as portas de sua casa, por todo o apoio e acolhida que me deram quando aqui cheguei, agradeço de forma especial a Profa. Eliana e ao Prof. Fernando Martins, a Dona Izolete (*Dona Onça*) e ao Sr. Luiz (*Sr. Leão*). Vocês me fizeram sentir numa família.

Aos professores Fernando Martins, Tamashiro, João Semir, Flávio Santos, Luiza Kinoshita, Kikyo Yamamoto, George Shepherd, Ana Tozzi e Marlies Sazima por esses dois anos de aprendizado, oportunidades e agradável convivência no Departamento de Botânica.

Aos técnicos do Departamento de Botânica, em especial a Dona Zulmira (*Zuzu*), pelo carinho comigo e zelo com minhas coletas; ao João Carlos, sempre solícito; Maria Lúcia, que sempre me socorreu com as burocracias no Departamento e Yara Bressan, pelos pré-tratamentos, apoio e risadas.

Aos meus amigos do laboratório de Biossistemática: Mariana, Vanessa, Christiano, Júlia, Andréia, Tiago, Chico, Felipe, Kayna, Márcia e Carlinha, pelo agradável ambiente de trabalho, ajuda mútua e discussões.

À minha orientadora de graduação, Profa. Dra. Francisca Soares de Araújo (*Tchesca*), por ter me apresentado à minha atual orientadora.

A diversas pessoas que me cederam material para análise, ou proporcionaram viagens para coleta e fotos de algumas espécies, em especial: Carolina Scatolin, Cátia Urbanetz, Christiano Verola, Fabiano Scarpa, Karina Fidanza, Kazue Matsumoto, Leonardo Meirelles, Márcia Rocca e Roberta Macedo.

Pela agradável convivência, paciência e ajuda nos momentos difíceis, broncas e conselhos quando necessário, risadas, “*brigas e asias*” e por tudo que a gente viveu, sonhou, sorriu e chorou junto, agradeço as pessoas que realmente gostam de mim, meus amigos: Christiano Verola (*Chris*), Cátia Urbanetz (*Catita*), Mariana Mansanares (*Mar*) e Luis Pedro (*Luí*), Carolina Scatolin (*Carol*), Leonardo Meireles (*Léo*), Ana Paula (*Ana*), Fabiano (*Careca*), Vanessa Mancuso (*Van*), Júlia Yamagishi (*Jú*) e Andréa Macedo (*Déia*). Agradeço também, àquelas pessoas que, de alguma maneira, me prejudicaram, ou tentaram, fazendo-me, assim, crescer...

Aos amigos, muitos geograficamente distantes, mas sempre presentes em todos os momentos: Alana (*Fia*), Ana Cecília (*Tia*), Expedito Rômulo (*Romim*), Rosilane (*Rose*), Viridiane (*Virí*), Andréa (*Básica*), Rafael (*Rafa*), Marize (*Aninha*), George Leandro (*Porco*), *Jarbas*, *Vaninha*, *Morgana*, Mônica (*Monquinha*), Viviane (*Vivi*) e Raquel (*Quel*).

A toda a minha família em especial aos meus pais, *Luiza* e *Orlando* e a minha irmã, *Nayara*, pelos ensinamentos e lições de vida e por sempre acreditarem em mim. Sem o apoio de vocês, apesar da distância e saudade, não teria chegado onde cheguei...

Nestes momentos, vejo o quanto é difícil, muitas vezes mais difícil até mesmo do que escrever uma tese... Muitos falam que doe escrever uma tese, mas, na minha opinião, mais difícil mesmo é agradecer a todos que de alguma maneira estão envolvidos neste processo... Espero não ter esquecido de ninguém.

Em resumo, ao escrever uma tese:

*Você vive, você aprende*  
*Você ama, você aprende*  
*Você chora, você aprende*  
*Você perde, você aprende*  
*Você sangra, você aprende*  
*Você grita, você aprende*

*Você lamenta, você aprende*  
*Você se engasga, você aprende*  
*Você ri, você aprende*  
*Você escolhe, você aprende*  
*Você reza, você aprende*  
*Você pergunta, você aprende*  
*Você vive, você aprende*

(Alanis Morissette)

## SUMÁRIO

Lista de Tabelas .....	vii
Lista de Figuras.....	viii
I. Resumo .....	ix
II. Abstract .....	x
III. Introdução Geral .....	01
Caracterização geral da família .....	01
Histórico taxonômico da subfamília Myrtoideae, tribo Myrteae .....	03
Os estudos cromossômicos em Myrtaceae .....	06
IV. Objetivos Gerais .....	08
V. Organização geral da tese .....	09
VI. Referências Gerais .....	13
Capítulo I – Estudos cromossômicos em espécies de <i>Eugenia</i> L., <i>Myrciaria</i> O. Berg e <i>Plinia</i> L. (Myrtaceae Juss., subtribo Myrciinae O. Berg) no sudeste do Brasil .....	16
Introdução .....	17
Material e métodos .....	22
Resultados .....	23
Discussão .....	24
Referências bibliográficas .....	30
Capítulo II – Estudos cromossômicos em espécies de <i>Gomidesia</i> , <i>Marlierea</i> , <i>Myrceugenia</i> e <i>Myrcia</i> (Myrtaceae, subtribo Myrciinae) .....	41
Introdução .....	42
Material e métodos .....	46
Resultados .....	47
Discussão .....	48
Referências bibliográficas .....	51
Capítulo III – Estudos cromossômicos em espécies de <i>Campomanesia</i> Ruiz & Páv. e <i>Psidium</i> L. (Myrtaceae Juss., subtribo Myrtiinae O. Berg) no sudeste do Brasil .....	60
Introdução .....	61
Material e métodos .....	64
Resultados .....	65
Discussão .....	66
Referências bibliográficas .....	70
VII. Considerações Finais .....	79

## LISTA DE TABELAS

### Introdução

Tabela 1	Circunscrição geral da subfamília Myrtoideae, tribo Myrteae segundo os principais autores .....	05
----------	---	----

### Capítulo I

Tabela 1	Circunscrição dos gêneros pertencentes à subtribo Eugeniinae, de acordo com diferentes autores .....	34
Tabela 2	Gêneros e espécies estudados, com respectivos locais de coleta, tipo de ambiente onde ocorrem coletores .....	35
Tabela 3	Números cromossômicos em espécies neotropicais de Myrtaceae, subtribo Eugeniinae encontrados na literatura e registrados neste trabalho .....	37

### Capítulo II

Tabela 1	Circunscrição dos gêneros da subtribo Myrciinae .....	54
Tabela 2	Espécies analisadas, com respectivos locais de coleta, tipo de ambiente onde ocorrem e números de coletor .....	55
Tabela 3	Número cromossômico gamético ( $n$ ) e diplóide ( $2n$ ) de espécies de Myrtaceae, subtribo <i>Myrciinae</i> .....	57

### Capítulo III

Tabela 1	Gêneros pertencentes à subtribo Myrtilinae, com sua distribuição na região neotropical e número de espécies no Brasil .....	74
Tabela 2	Espécies <i>Campomanesia</i> e <i>Psidium</i> analisadas com respectivo número cromossômico gamético ( $n$ ) e somático ( $2n$ ), locais de coleta, tipo de ambiente onde ocorrem e números de coletor .....	75
Tabela 3	Números cromossômicos para outras espécies de Myrtaceae, subtribo Myrtilinae .....	76
Tabela 4	Taxas de normalidade das tétrades e viabilidade dos grãos de pólen em espécies de <i>Campomanesia</i> e <i>Psidium</i> .....	77

## LISTA DE FIGURAS

### Introdução

- Figura 1 Espécies de Myrtaceae, subtribo Eugeniinae. Gêneros *Eugenia* (A- *Eugenia aurata*, B – *E. bracteata*, C – *E. brasiliensis*, D – *E. dysenterica*, E – *E. hyemalis*, F – *E. mosenii*, G - *E. pitanga*, H – *E. puniceifolia*, I – *E. pyriformes* e J – *E. uniflora*) e *Myrciaria* (K - *Myrciaria delicatula* e L – *M. tenella*) ..... 10
- Figura 2 Espécies de Myrtaceae, subtribo Myrciinae. Gêneros *Gomidesia* (A – *G. gaudichaudiana*, B - *G. spectabilis* e C – *Gomidesia* sp), *Marlierea* (D – *M. clauseniana*, E - *M. tomentosa* e F - *M. warmingiana*) e *Myrcia* (G – *M. bella*, H - *M. fallax*, e I - *M. lingua*) ..... 11
- Figura 3 Espécies de Myrtaceae, subtribo Myrtilinae. Gêneros *Campomanesia* (A - *C. phaea*, B - *C. pubescens*) e *Psidium* (C – *P. cattleianum*, D e E - *P. cinereum*, F – *P. guajava* e G – *P. guineense*) ..... 12

### Capítulo I

- Figura 1 Cromossomos meióticos e mitóticos em espécies de *Eugenia*. A- *E. aurata* (n=11), B e C – *E. bracteata* (n=11 e 2n=22), D – *E. brasiliensis* (2n=22), E – *E. dysenterica* (2n=33), F – *E. hyemalis*, população 2 (2n=44) ..... 39
- Figura 2 Cromossomos mitóticos de espécies de *Eugenia*, *Myrciaria* e *Plinia*. A - *E. pitanga*, população 2 (2n=44), B – *E. puniceifolia*, população 1 (2n=22), C – *E. uniflora* (2n=22), D - *Myrciaria delicatula* (2n=22), E – *M. tenella* (2n=22), F – *Plinia cauliflora* (2n=22) .. 40

### Capítulo II

- Figura 1 Cromossomos em espécies de *Gomidesia* e *Marlierea* (subtribo Myrciinae). A- *Gomidesia* sp (2n=22), B – *Marlierea clauseniana* (2n=22), C – *M. warmingiana* (2n=22) e D – *M. tomentosa* (2n=22). ..... 58
- Figura 2 Cromossomos em espécies de *Myrcia*, subtribo Myrciinae. A- *M. bella* (n=11), B - *M. bella* (2n=22), C - *M. formosiana* (2n=22), D – *Myrcia* sp6 (2n=22), E - *Myrcia* sp1 (2n=22) e F – *Myrcia* sp3 (2n=44). ..... 59

### Capítulo III

- Figura 1 Cromossomos de espécies *Campomanesia* e *Psidium*. (A) *Campomanesia* sp (n=11), (B) *C. pubescens* (2n=22), (C) *P. cattleianum* (2n=44) e (D) *P. cinereum* (2n=44) ..... 78

## I. RESUMO

A família Myrtaceae destaca-se como uma das famílias com maior riqueza de espécies na maioria das formações vegetacionais no sudeste do Brasil (cerrado, campos rupestres, floresta atlântica e florestas decíduais). Dada a sua grande riqueza de espécies, ocorrência em diferentes tipos de ambientes e grande semelhança morfológica entre suas espécies, apresenta inúmeros problemas taxonômicos. Estudos cromossômicos em espécies de Myrtaceae neotropicais (subfamília Myrtoideae) ainda são escassos. Grande parte dos estudos realizados concentra-se em espécies australianas e africanas (subfamílias Leptospermoideae e Chamelaucioideae). Nas Myrtoideae, tem-se indicação de que a poliploidia é freqüente, ao contrário do restante da família, onde predominam espécies diplóides. Estes estudos objetivaram: 1) contribuir para o conhecimento cromossômico da família, mediante a determinação de números cromossômicos; 2) fornecer subsídios para o entendimento da circunscrição e delimitação de suas espécies; 3) avaliar a importância da poliploidia na evolução do grupo e 4) fazer inferências sobre o processo reprodutivo de algumas espécies. A constância do número diplóide  $2n=22$  (exceto para os poliplóides) e o pequeno tamanho dos cromossomos dificultaram o uso de dados cariotípicos como subsídio à taxonomia da família Myrtaceae. A ocorrência de  $n=11$  e  $2n=22$  em todas as espécies, distribuídas em todos os nove gêneros analisados, distribuídos nas diferentes subtribos (Eugeniinae, Myrciinae e Myrtilinae), não subsidia o esclarecimento de dúvidas taxonômicas, como a distinção ou junção dos gêneros *Myrcia*, *Marlierea* e *Gomidesia* e entre *Myrciaria* e *Plinia*. A ocorrência de poliploidia nos diferentes gêneros, em meio a outras espécies diplóides, não tem valor como caráter taxonômico em nível genérico. Foi possível verificar a ocorrência de raças cromossômicas (citótipos) diferenciadas pelo nível de ploidia em várias espécies. Foi confirmada a freqüente ocorrência de poliploidia (20% das espécies analisadas) ao contrário das variações por disploidia. Não foi verificada nenhuma anormalidade no processo meiótico, o que dá indícios de regularidade no processo de reprodução sexuada.

## II. ABSTRACT

Myrtaceae is one of the most representative families in southeast Brazilian vegetational formations (savanna, “*campos rupestres*”, atlantic forest and deciduos forest). Given the great number of species, morphological similarities between species and occurrence in varied habitats, the family presents many taxonomic problems. Chromosomic studies in Neotropical species of Myrtaceae (Myrtoideae) are still scarce. Most of the previously accomplished studies documented Australian and African species (Leptospermoideae and Chamelaucioideae). In the Myrtoideae, it is known that poliploidy is frequent, in opposition to the remainder of the family, where dispoloid species predominate. These studies aimed to: 1) contribute to the chromosomic knowledge of the family, by means of the chromosomic numbers determination; 2) supply subsidies for towards the circunscription and delimitation of the species; 3) evaluate the importance of poliploidy in the evolution of the group and 4) derive inferences on the reproductive processes of the some species. The constancy of the diploid number  $2n=22$  (with exception of poliploids) and the small chromosome size complicated the use of the karyotypic data as subsidies to taxonomy of the Myrtaceae family. The occurrence of  $n=11$  and  $2n=22$  in all species of the genera analized, doesn't clarify taxonomic doubts, such as the unification or separation of genera like *Myrcia*, *Marlierea* and *Gomidesia* and *Myrciaria* and *Plinia*. Poliploidy occurrence in different genera, amongst diploid species, has no value as a taxonomic character at the generic level. It was possible to verify the occurrence of chromosomic races (cytotypes), differentiated by ploidy level in several species. We observed the high frequency of poliploidy (20%), in opposite of the dispoloidy variations. No abnormality in the meiotic process was verified, indicating regularity of the sexual reproduction process.

### III. INTRODUÇÃO GERAL

#### 1.1. Caracterização geral da família

A ordem Myrtales é constituída por cerca de 9000 espécies agrupadas em 13 famílias (APG 2003), dentre as quais Myrtaceae destaca-se pela riqueza de espécies. A família Myrtaceae possui cerca de 3600 espécies agrupadas em 150 gêneros com ampla distribuição nas regiões tropicais e subtropicais do globo, sendo também muito bem representada nas regiões temperadas da Austrália (CRONQUIST 1981). Encontra-se dividida em duas grandes subfamílias, Myrtoideae e Leptospermoideae (MCVAUGH 1968). SCHIMD (1980) considerou a existência de outras duas subfamílias, Chamelaucioideae (composta por alguns gêneros de Leptospermoideae, com frutos drupáceos secos) e Psiloxylloideae (formada por um gênero monotípico da antiga família Psiloxylaceae, *Psiloxylon*, com frutos bacóides e filotaxia alterna). No entanto, JOHNSON & BRIGGS (1984) admitem apenas a existência das subfamílias Myrtoideae, Leptospermoideae e Chamelaucioideae. A subfamília Myrtoideae é pantropical e caracteriza-se por apresentar frutos do tipo baga e folhas na maioria opostas; na América distribui-se em regiões tropicais e subtropicais (BARROSO 1991, MCVAUGH 1968). Por outro lado, os representantes de Leptospermoideae apresentam frutos capsulares e filotaxia alterna, ocorrendo na Austrália, Malásia e Polinésia (MCVAUGH 1968). Myrtoideae possui apenas uma tribo, Myrteae, à qual pertencem todos os gêneros ocorrentes nos neotrópicos, com exceção do gênero monotípico *Tepualia* Griseb. (LANDRUM & KAWASAKI 1997), pertencente à subfamília Leptospermoideae.

Os representantes brasileiros da família são lenhosos, de hábito arbustivo a arbóreo, cujo caule pode ou não se esfoliar, apresentando numerosos canais oleíferos nas folhas, flores, frutos e sementes, folhas simples e freqüentemente opostas, com nervura marginal. Suas flores, em geral, são brancas ou, às vezes vermelhas, efêmeras, hermafroditas, de simetria radial, em geral pentâmeras, muitas vezes com o receptáculo bem desenvolvido, polistêmones,

com anteras de deiscência rimosa, raro poricida, e ovário sempre ínfero, com variado número de lóculos e óvulos. Os frutos são do tipo baga. (BARROSO 1991).

A família tem grande importância econômica, uma vez que várias espécies são utilizadas na alimentação, fornecem madeiras, possuem propriedades medicinais e potencial ornamental. Entre as espécies apreciadas por seus frutos temos a goiaba (*Psidium guajava* L.), a uvaia (*Eugenia uvalha* L. e *E. pyriformes* L.), a pitanga (*E. uniflora* L.), a cerejeira (*E. bracteata* Vell.), o jambo (*Syzygium jambos* (L.) Alston), além da jaboticaba (*Plinia cauliflora* L.) e do cambuci (*Campomanesia phaea* (O. Berg) Landrum), também utilizadas na fabricação de licores. Várias espécies de *Psidium* são utilizadas popularmente para aliviar disenterias, como anestésicos e por apresentar atividade fungicida (*Psidium acutangulum* DC.). Algumas espécies, como o cravo (*Syzygium aromaticum* L.) Merr.) e a pimenta (*Pimenta officinalis* Lindl.), fornecem condimentos. Entre as grandes produtoras de madeira e também de anti-sépticos, destacam-se várias espécies de *Eucalyptus* L'Her. Como ornamentais, merecem destaque *Myrtus communis* L., na confecção de grinaldas e também algumas espécies de *Melaleuca* L., na arborização urbana (ALMEIDA *et al.* 1998, BARROSO 1991, JUDD *et al.* 2002, KAWASAKI & LANDRUM 1997, MILES *et al.* 1990, 1991, SILVA 1998).

Inúmeros levantamentos florísticos e fitossociológicos nos mais diversos tipos de ambiente, desde formações savânicas, como o cerrado (CASTRO *et al.* 1999) e campos rupestres (KAWASAKI 1989), até formações florestais (OLIVEIRA-FILHO & FONTES 2000), registram Myrtaceae como sendo a mais importante ou uma das mais importantes famílias em riqueza de espécies. Essas formações vegetacionais, dentro de um contexto mundial, estão entre as mais ricas em diversidade de espécies vegetais e endemismos na América do Sul (MYERS *et al.* 2000.)

## **1.2. Histórico taxonômico da subfamília Myrtoideae, tribo Myrteae**

A classificação infrafamiliar em Myrtaceae, em especial a subfamília Myrtoideae, tribo Myrteae, tem sofrido diversas modificações ao longo do tempo (Tabela 1).

Inicialmente, BERG (1857) e NIEDENZU (1898) agruparam as Myrteae em três subtribos, *Eugeniinae*, *Myrtiinae* e *Pimentinae*. A base para esta separação foi a morfologia do embrião. Posteriormente, KAUSEL (1966) dividiu a tribo Myrteae em 5 grupos distintos baseando-se na forma dos embriões e no tipo de germinação: *Eugeniodeae*, *Plinioideae* e *Cryptorhizoideae* com embriões esféricos ou elipsóides, ricos em reservas e com germinação do tipo hipógea; *Myrtoideae* e *Myrcioideae*, onde os embriões apresentavam formato reniforme, pouca reserva e germinação epígea.

Em 1968, MCVAUGH dividiu a tribo Myrteae em 6 grupos. Esta subdivisão teve caráter informal e foi baseada principalmente no tipo de inflorescência, no número e disposição das partes florais (sépalas, pétalas, lóculos e óvulos) e aspectos morfológicos do embrião e sementes: grupo 1 – gêneros “*Mircióides*”, grupo 2 - gêneros “*Eugenióides*”, grupo 3 - *Myrcianthes* e gêneros afins, grupo 4 - *Campomanesia* e gêneros afins, grupo 5 – *Psidium* e gêneros afins e grupo 6 - *Pseudocaryophyllus* e *Pimenta*. (Tabela 1).

BRIGGS & JOHNSON (1979), de uma maneira informal, reconheceram nas Myrtoideae seis “alianças” (aproximadamente tribos) com base em uma série de evidências, como distribuição geográfica, tipos de frutos, germinação e, particularmente, tipos de embrião e tricomas. São elas: *Myrcia*, *Myrtus*, *Cryptorhiza*, *Osbornia*, *Acmena* e *Eugenia*. Destas, *Osbornia* pertencia anteriormente à subfamília Leptospermoideae, por possuir frutos com pericarpo seco (Tabela 1).

Com o desenvolvimento das técnicas de biologia molecular (GADEK *et al.* 1996, WILSON *et al.* 2001, LUCAS *et al.* 2004), estudos filogenéticos vêm demonstrando que a tribo Myrteae é um grupo fortemente monofilético, excluindo a “aliança” *Acmena*, à qual pertencem os gêneros *Acmena* e *Syzigium* (BRIGGS & JOHNSON 1979).

Atualmente, LANDRUM & KAWASAKI (1997) aceitam a divisão de Myrteae nas subtribos anteriormente propostas por BERG (1857) que, obedecendo as regras de nomenclatura botânica, assim foram circunscritas: Eugeniinae (embriões globosos com radícula não evidente), Myrciinae (embriões com cotilédones foliáceos e radícula longa) e Myrtiinae (Pimentinae *sensu* Berg, com cotilédones reduzidos e radícula longa) (LANDRUM & KAWASAKI 1997). Entre as subtribos, Myrciinae é a única exclusivamente Neotropical (América). Por outro lado, Myrtiinae e Eugeniinae têm ampla distribuição, tanto neotropical quanto paleotropical (África, Madagascar e Mediterrâneo) (LANDRUM 1981). Em análises filogenéticas recentes, baseadas nas seqüências dos genes ITS-1, ITS-2 e 5.8S rRNA do genoma nuclear, LUCAS *et al.* (2004), indicaram que Myrciinae é monofilética, ao contrário das Myrtiinae e Eugeniinae, parafiléticas.

No Brasil, a tribo Myrteae está representada por aproximadamente 1000 espécies agrupadas em 23 gêneros. Estima-se que menos da metade das espécies tenha sido tratada por especialistas, sendo os gêneros mais representativos *Myrcia* (400 espécies), *Eugenia* (350), *Calyptanthes* (100), *Psidium* (70) e *Campomanesia* (24) (LANDRUM & KAWASAKI 1997).

MCVAUGH (1956) e BARROSO (1991) consideraram as Myrtaceae americanas como um grupo complexo, necessitando de muitos estudos sistemáticos. BARROSO (1991) alerta para a necessidade de levantamentos regionais aliados a estudos de biosistemática com o objetivo de melhor delimitação dos seus taxa. Dentro da Biosistemática, a Citotaxonomia tem subsidiado estudos taxonômicos e evolutivos em inúmeros grupos taxonômicos, em diferentes níveis hierárquicos (STACE 1991). No entanto, não se dispõe de uma revisão abrangente para a família, mas apenas contribuições pontuais relatando números cromossômicos em alguns grupos (ver item 1.3).

**TABELA 1.** Circunscrição geral da subfamília Myrtoideae, tribo Myrteae segundo os principais autores. Alguns gêneros apresentam as atuais sinonímias entre parênteses.

Subtribo	Myrciinae O. Berg	Eugeniinae O. Berg	Myrtriinae O. Berg
BERG (1857)	<b>“Subtribo Myrcioideae”</b> <i>Calyptranthes</i> , <i>Gomidesia</i> , <i>Marlierea</i> , <i>Myrceugenia</i> , <i>Myrcia</i> , <i>Aulomyrcia</i> ( <i>Myrcia</i> ), <i>Calyptromyrcia</i> ( <i>Myrcia</i> ), <i>Cerquiorea</i> ( <i>Gomidesia</i> ), <i>Eugeniopsis</i> ( <i>Marlierea</i> ) e <i>Rubachia</i> ( <i>Marlierea</i> )	<b>“Subtribo Eugenioideae”</b> <i>Calycorectes</i> , <i>Caryophyllus</i> , <i>Eugenia</i> , <i>Hexaclamys</i> , <i>Mitrnanthes</i> , <i>Myrcianthes</i> , <i>Myrciaria</i> , <i>Schizocalyx</i> ( <i>Calycorectes</i> ), <i>Siphoneugena</i> , <i>Syzygium</i> , <i>Aulocarpus</i> ( <i>Mouriri</i> - <i>Melastomataceae</i> ), <i>Jambosa</i> ( <i>Syzygium</i> ), <i>Phyllocalyx</i> ( <i>Eugenia</i> ) e <i>Stenocalyx</i> ( <i>Eugenia</i> )	<b>“Subtribo Pimentoideae”</b> <i>Blepharocalyx</i> , <i>Calycolpus</i> , <i>Myrtus</i> e <i>Psidium</i>  <i>Abbevillea</i> , <i>Acrandra</i> , <i>Britoa</i> e <i>Lacerdaea</i> ( <i>Campomanesia</i> ), <i>Campomanesia</i> e <i>Pseudocaryophyllus</i> ( <i>Pimenta</i> )
	<b>“Myrcioid genera”</b> <i>Calyptranthes</i> , <i>Gomidesia</i> , <i>Marlierea</i> , <i>Myrceugenia</i> , <i>Myrcia</i> e <i>Nothomyrcia</i> ( <i>Myrceugenia</i> )	<b>“Eugenioid genera”</b> <i>Calycorectes</i> , <i>Eugenia</i> , <i>Hexaclamys</i> , <i>Myrciaria</i> , <i>Plinia</i> e <i>Siphoneugena</i>  <b>“Myrcianthes and related”</b> <i>Legrandia</i> , <i>Luma</i> , <i>Myrcianthes</i> , <i>Pseudamomis</i> e <i>Reichea</i>	<b>“Campomanesia and related”</b> <i>Campomanesia</i> , <i>Blepharocalyx</i> , <i>Temu</i> e <i>Paivea</i> ( <i>Campomanesia</i> )  <b>“Psidium and related”</b> <i>Calycolpus</i> , <i>Myrtus</i> , <i>Myrteola</i> , <i>Psidium</i> , <i>Ugni</i> , <i>Amomyrtus</i> ( <i>Myrtus</i> ) e <i>Amomyrtella</i> ( <i>Myrtus</i> )  <b>“Pseudocariophyllus e Pimenta”</b>
BRIGGS & JOHNSON (1979)	<b>“Myrcia alliance”</b> <i>Calyptranthes</i> , <i>Gomidesia</i> , <i>Marlierea</i> , <i>Mitrnanthes</i> , <i>Myrceugenia</i> , <i>Myrcia</i> e <i>Nothomyrcia</i> ( <i>Myrceugenia</i> )	<b>“Eugenia alliance”</b> <i>Acreugenia</i> , <i>Calycorectes</i> , <i>Eugenia</i> , <i>Hexaclamys</i> , <i>Luma</i> ( <i>Myrceugenella</i> ), <i>Myrcianthes</i> , <i>Myrciaria</i> , <i>Paramyrciaria</i> , <i>Plinia</i> , “ <i>Pliniopsis</i> ”, <i>Reichea</i> ( <i>Aspidogenia</i> ) e <i>Siphoneugena</i>	<b>“Myrtus alliance”</b> <i>Acca</i> , <i>Amomyrtella</i> , <i>Amomyrtus</i> , <i>Calycolpus</i> , <i>Feijoa</i> ( <i>Acca</i> ), <i>Mosiera</i> , <i>Myrrhinium</i> , <i>Myrteola</i> , <i>Myrtus</i> , <i>Pimenta</i> , <i>Pseudocaryophyllus</i> ( <i>Pimenta</i> ), <i>Psidiopsis</i> ( <i>Calycolpus</i> ), <i>Psidium</i> e <i>Ugni</i>  <b>“Cryptorhiza alliance”</b> <i>Blepharocalyx</i> , <i>Campomanesia</i> , <i>Cryptorhiza</i> , <i>Legrandia</i> ( <i>Campomanesia</i> ), <i>Marlieriopsis</i> ( <i>Blepharocalyx</i> ), <i>Paivea</i> ( <i>Campomanesia</i> ) e <i>Pilidiostigma</i>
	<i>Calyptranthes</i> , <i>Myrcia</i> (incluindo <i>Marlierea</i> e <i>Gomidesia</i> ) e <i>Myrceugenia</i>	<i>Eugenia</i> (incluindo <i>Calycorectes</i> e <i>Hexaclamys</i> ), <i>Myrcianthes</i> , <i>Myrciaria</i> (incluindo <i>Paramyrciaria</i> ), <i>Neomitrnanthes</i> , <i>Plinia</i> e <i>Siphoneugena</i>	<i>Acca</i> , <i>Accara</i> , <i>Blepharocalyx</i> , <i>Calycolpus</i> , <i>Campomanesia</i> , <i>Mosiera</i> , <i>Myrrhinium</i> , <i>Pimenta</i> , <i>Psidium</i> e <i>Ugni</i> .
LANDRUM & KAWASAKI (1997)			

### 1.3. Os estudos cromossômicos em *Myrtaceae*

Grande parte dos estudos cromossômicos em *Myrtaceae* está restrita à subfamília *Leptospermoideae*. ATCHINSON (1947) determinou o número cromossômico de 47 espécies introduzidas e cultivadas na Califórnia (sendo a grande maioria espécies de *Eucalyptus*), enquanto RYE (1979) estendeu os estudos para 150 espécies ocorrentes na região oeste da Austrália. MATSUMOTO *et al.* (2000) realizaram estudos em sete espécies de *Eucalyptus*, introduzidas no Brasil.

Os estudos sobre cromossomos na subfamília *Myrtoideae*, tribo *Myrteae*, ainda são escassos. ATCHINSON (1947) determinou o número cromossômico para apenas oito espécies: *Eugenia malaccensis* L. ( $n=11$ ), *E. jambosa* ( $n=14$ ,  $2n \sim 42$  e  $2n \sim 54$ ), *Acca sellowiana* Berg. ( $2n=22$ ), *Myrtus communis* L. ( $n=11$ ), *Psidium cattleianum* Sabine e *P. variable* O. Berg ( $2n=88$ ), *P. guajava* L. ( $2n=22$ ) e *Pimenta acris* Kosteletzki ( $n=22$ ). COLEMAN (1982) encontrou  $n=11$  para *Eugenia liloana* Legrand, nativa do Brasil.

FORNI-MARTINS *et al.* (1995) e FORNI-MARTINS & MARTINS (2000), estudando espécies de cerrado da região sudeste do Brasil, determinaram o número cromossômico em cerca de 40 espécies, dentre elas, apenas cinco de *Myrtoideae*: *Campomanesia pubescens* (DC.) Berg. ( $n=11$ ), *Eugenia aurata* Berg. ( $n=11$ ), *E. bimarginata* DC. ( $2n=32$ ), *Myrcia bella* Camb. ( $n=11$ ) e *M. lingua* Berg. ( $n=11$ ). Algumas dessas contagens são inéditas tanto em nível de espécie como de gênero, como em *Campomanesia*, cujo primeiro relato de número cromossômico foi apresentado por FORNI-MARTINS *et al.* (1995) em *C. pubescens* e posteriormente confirmado em outra população (FORNI-MARTINS & MARTINS 2000). Estes também foram os primeiros registros para o gênero *Myrcia*. Os autores sugerem uma origem por poliploidia ( $3x=33$ ) para *E. bimarginata* ( $2n=32$ ) seguida da perda de um cromossomo, porém alertando para a necessidade de mais estudos. ANDRADE & FORNI-MARTINS (1998), estudaram nove espécies, destacando a ocorrência de espécies poliplóides, com  $n=33$  (*Eugenia pluriflora*) e  $2n=44$  e  $66$  (gênero *Psidium*). Grande parte das espécies e gêneros neotropicais ainda não são conhecidos do ponto

de vista cromossômico como *Calyptranthes*, *Gomidesia* e *Marlierea* (subtribo Myrciinae), *Accara*, *Blepharocalyx*, *Calycolpus*, e *Ugni* (subtribo Myrtilinae), *Calycorectes*, *Hexachlamys*, *Neomitranthes* e *Siphoneugena* (subtribo Eugeniinae).

De acordo com ATCHINSON (1947) e RAVEN (1975), o número básico para a família é  $x=11$ . No geral, a família Myrtaceae apresenta pequena variação no número cromossômico, observando-se  $n=11$  na maioria dos gêneros, pertencente às diferentes subfamílias e tribos (RYE 1979). Algumas espécies de *Eugenia* apresentam disploidia com  $n=12$  (Moussel 1965 in MOORE 1977); a poliploidia é muito comum em Myrtoideae, sendo rara em Leptospermoideae (RYE 1979).

Tem-se a indicação de várias espécies poliplóides em Myrtoideae, principalmente nos gêneros *Eugenia*, com  $n= 22, 33$  (ANDRADE & FORNI-MARTINS 1998, Singhal *et al.* 1985, Mehra 1972 e Mehra & Khosla 1972 in MOORE *et al.* 1977) e  $2n= 33, 44, 66, 88$  e  $110$  (VIJAYAKUMAR & SUBRAMANIAN 1985, Bhaduri 1949 in BOLKHOVISKIKH *et al.* 1969, Gill 1974, Mehra 1972, 1976 in GOLDBLATT 1981, Roy & Jha 1962 in BOLKHOVISKIKH *et al.* 1969, Smith-White 1948 in DARLINGTON & WYLIE 1961, Singhal *et al.* 1980, 1984, 1985 in GOLDBLATT 1981, 1988) e *Psidium*, com  $2n= 33, 44, 55, 66$  e  $88$  (ANDRADE & FORNI-MARTINS 1998, ATCHISON 1947, FORNI-MARTINS & MARTINS 2000, Kumar & Ranade in BOLKHOVISKIKH *et al.* 1969, Singhal *et al.* 1984 in GOLDBLATT & JOHNSON 1990, Srivastava 1970 in MOORE *et al.* 1977, Srivastava 1977 in GOLDBLATT 1981, Cruz & Rao 1962 in GOLDBLATT 1988, SRIVASTAVA 1972).

Há poucas informações disponíveis sobre a morfologia dos cromossomos de espécies de Myrtaceae, pois os mesmos são pequenos, raramente atingindo  $3\mu\text{m}$  de comprimento. Cariótipos de algumas espécies foram descritos como assimétricos, pela presença de cromossomos com centrômeros próximos à região terminal (VIJAYAKUMAR & SUBRAMANIAN 1985). Por outro lado, os cromossomos de *Psidium acutangulum*, que medem de  $1,5$  a  $2,0 \mu\text{m}$  de comprimento, foram descritos como metacêntricos (FORNI-MARTINS & MARTINS 2000).

#### **IV. OBJETIVOS GERAIS**

O presente estudo objetiva a caracterização cromossômica (principalmente de números cromossômicos) de algumas espécies de Myrtaceae na região sudeste do Brasil, visando:

- ✓ Contribuir para o conhecimento da família Myrtaceae, mediante a determinação de números cromossômicos;
- ✓ Contribuir para o estudo citotaxonômico da família Myrtaceae, mediante o fornecimento de subsídios cromossômicos para o entendimento da circunscrição e delimitação de gêneros e espécies;
- ✓ Investigar a ocorrência de poliploidia na família Myrtaceae e avaliar a importância na diferenciação de suas espécies;
- ✓ Fazer inferências sobre o processo reprodutivo de algumas espécies mediante a análise da microsporogênese, normalidade de tetrádes e viabilidade dos grãos de pólen.

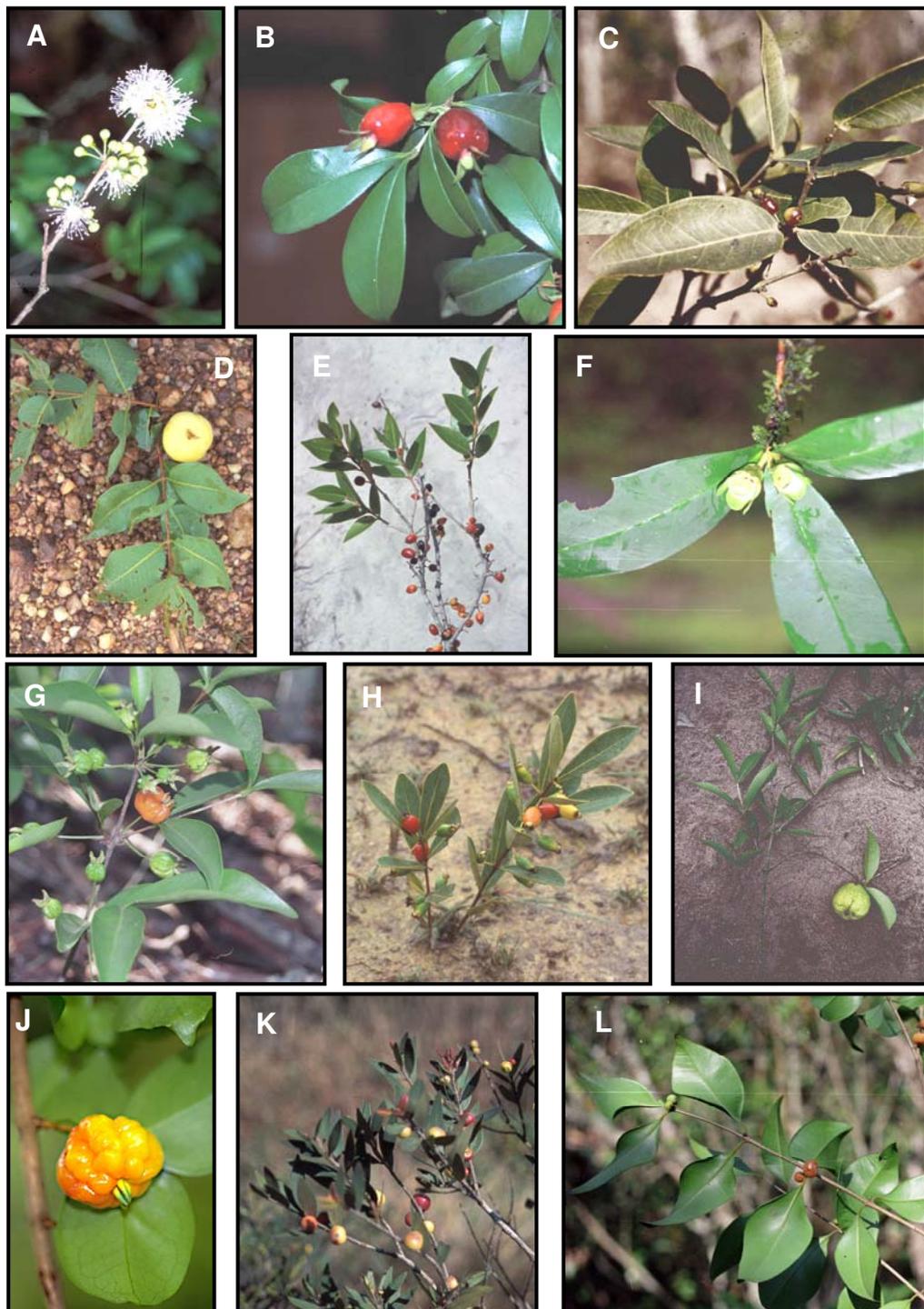
## V. ORGANIZAÇÃO GERAL DA TESE

Para facilitar o entendimento, esta tese encontra-se dividida em três capítulos. Cada uma das subtribos (Eugeniinae, Myrciinae e Myrtilinae) é tratada em um capítulo, onde são apresentados números cromossômicos para diversas espécies e feita uma abordagem citotaxonômica para cada um dos gêneros/espécies estudados. Cada capítulo segue os padrões de formatação para submissão a diferentes periódicos científicos.

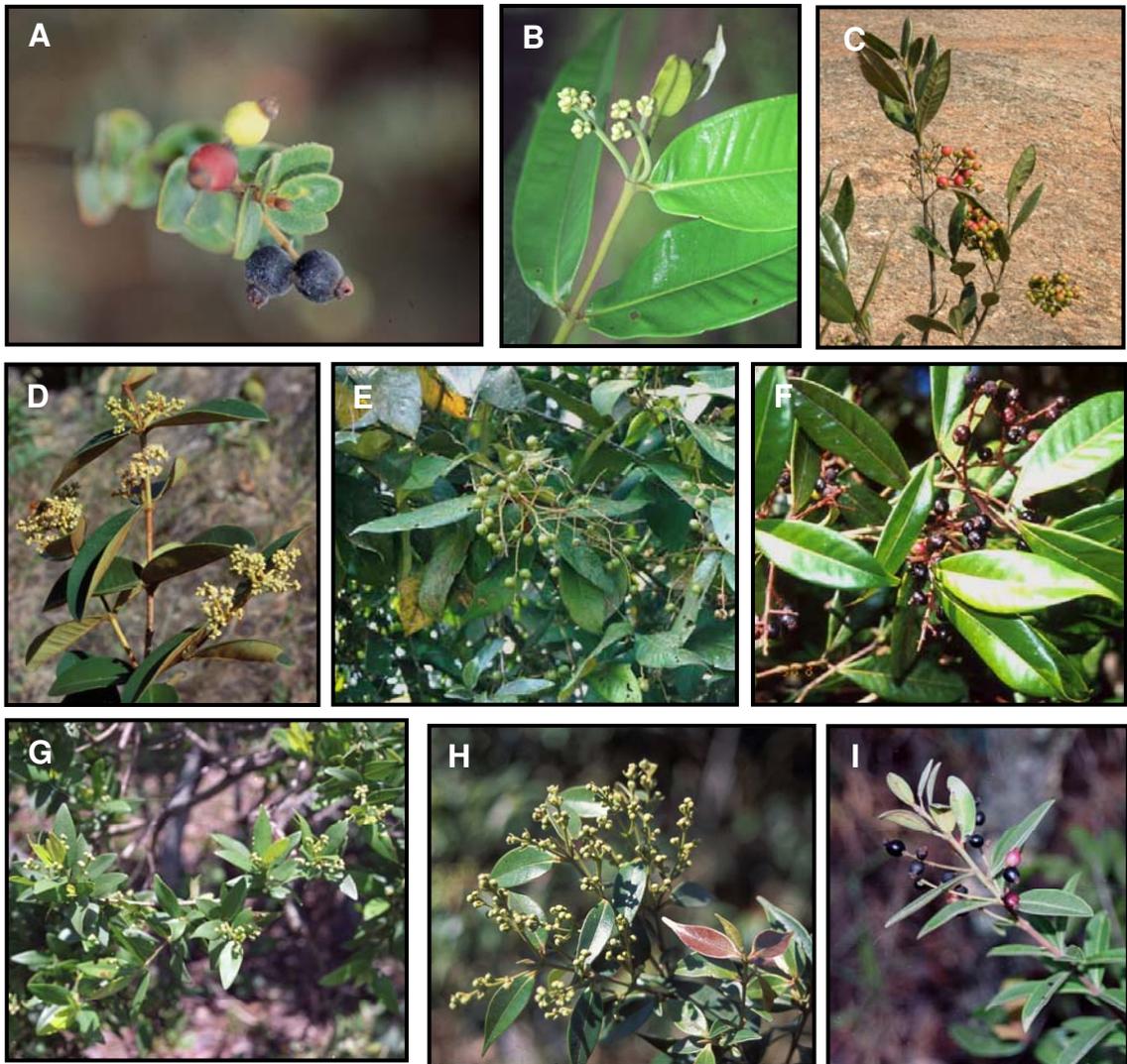
Estão sendo fornecidas informações sobre números cromossômicos em nove dentre os 23 gêneros ocorrentes no Brasil. Foram analisadas 45 espécies, distribuídas em 60 populações. Estes dados encontram-se sumarizados na Tabelas 2 e algumas espécies ilustradas nas Figuras 1, 2 e 3.

Tabela 2. Número de espécies e populações de Myrtaceae analisadas no presente trabalho, distribuídas nas respectivas subtribos e gêneros.

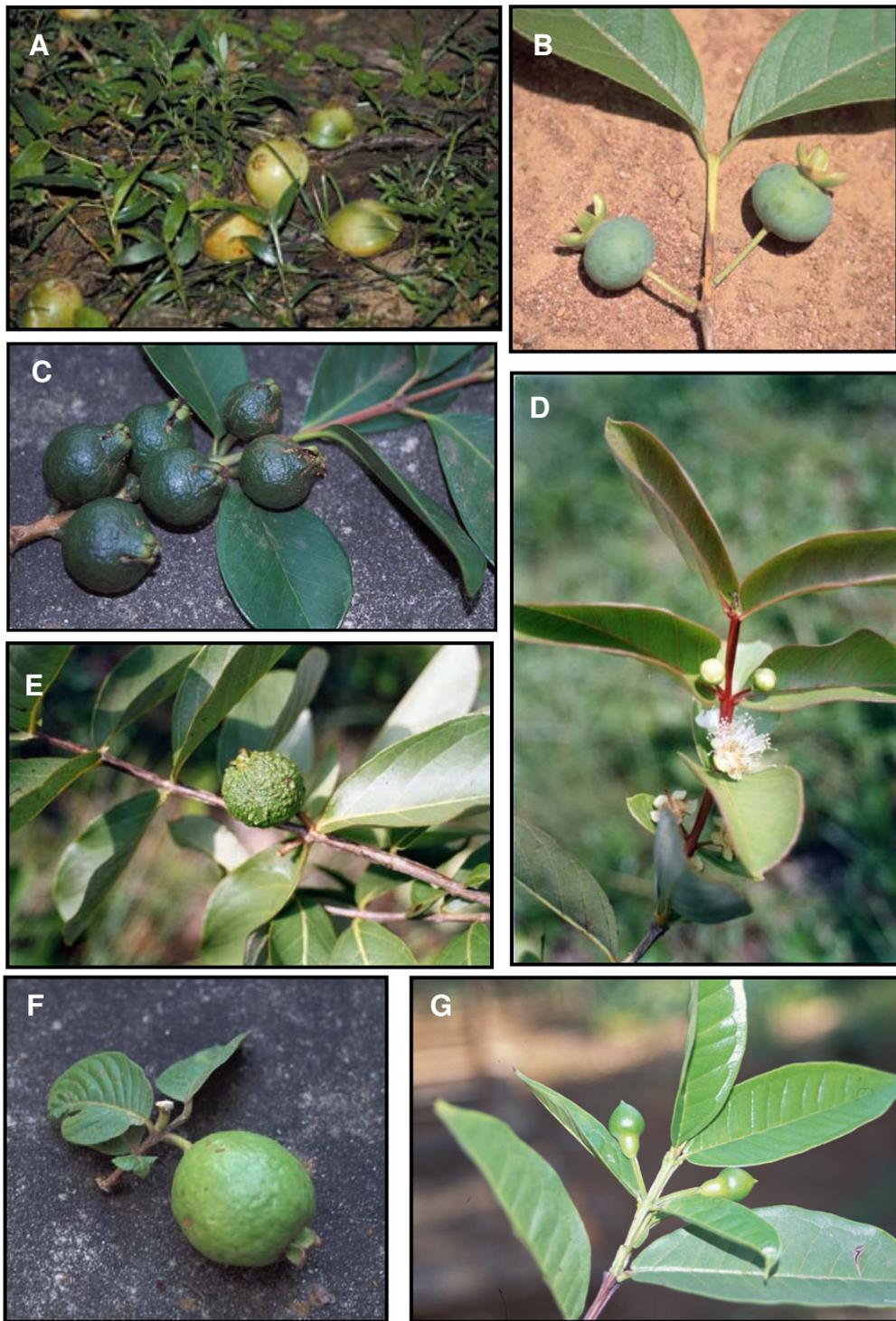
<b>Subtribo</b>	<b>Gênero</b>	<b>Número de espécies</b>	<b>Número de populações</b>
Eugeniinae	<i>Eugenia</i>	14	19
	<i>Myrciaria</i>	03	03
	<i>Plinia</i>	02	02
Myrciinae	<i>Gomidesia</i>	04	04
	<i>Marlierea</i>	03	03
	<i>Myrceugenia</i>	02	02
	<i>Myrcia</i>	10	10
Myrtilinae	<i>Campomanesia</i>	04	06
	<i>Psidium</i>	03	06
<b>TOTAL</b>		<b>45 ESPÉCIES</b>	<b>60 POPULAÇÕES</b>



**Figura 1.** Espécies de Myrtaceae, subtribo Eugeniinae. Gêneros ***Eugenia*** (A- *Eugenia aurata*, B – *E. bracteata*, C – *E. brasiliensis*, D – *E. dysenterica*, E – *E. hyemalis*, F – *E. mosenii*, G - *E. pitanga*, H – *E. puniceifolia*, I – *E. pyriformes* e J – *E. uniflora*) e ***Myrciaria*** (K - *Myrciaria delicatula* e L – *M. tenella*).



**Figura 2.** Espécies de Myrtaceae, subtribo Myrciinae. Gêneros **Gomidesia** (A – *G. gaudichaudiana*, B - *G. spectabilis* e C – *Gomidesia* sp), **Marlierea** (D – *M. clauseniana*, E - *M. tomentosa* e F - *M. warmingiana*) e **Myrcia** (G – *M. bella*, H - *M. fallax*, e I - *M. lingua*).



**Figura 3.** Espécies de Myrtaceae, subtribo Myrtilinae. Gêneros ***Campomanesia*** (A - *C. phaea*, B - *C. pubescens*) e ***Psidium*** (C – *P. cattleyanum*, D e E - *P. cinereum*, F – *P. guajava* e G – *P. guineense*).

## VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S. P., PROENÇA, C. E., SANO, S. M. & RIBEIRO, J. F. 1998. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Ed. EMBRAPA.
- ANDRADE, F. G. & FORNI-MARTINS, E. R. 1998. Estudos cromossômicos em espécies de Myrtaceae. **Genetics and Molecular Biology** 21(3 – Suppl.): 166.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (APG). 2003. An update of Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of Linnean Society** 141: 399-436.
- ATCHINSON, E. 1947. Chromosome numbers in the Myrtaceae. **American Journal of Botany** 34: 159-164.
- BARROSO, G. M. 1991. Myrtaceae. *In*: **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. Vol. II. pp. 114-126. UFV, Imprensa universitária. Viçosa, MG
- BERG, O. K. 1857. Myrtaceae. *In* Martius, K. P. von, A .G. Eichler & I. Urban – **Flora Brasiliensis** 14(1): 1-655.
- BOLKHOVISKIKH, Z., MATVEJEVA, V. G. & ZAKHARYEVA, O. 1969. **Chromosome numbers of flowering plants**. Academy of Sciences of the USSR.
- BRIGGS, B. G. & JONHSON, L. A. S. 1979. Evolution in the Myrtaceae – evidence from inflorescence structure. **Proceedings of the Linnean Society of New South Wales** 102: 157-256.
- CASTRO, A. A. J. F., MARTINS, F. R., TAMASHYRO, J. Y and SHEPERD, G. J. 1999. How rich is the flora of Brazilian Cerrados? **Annals of the Missouri Botanical Garden** 86(1):192-225.
- COLEMAN, J. R. 1982. Chromosome numbers of angiosperms collected in the state of São Paulo. **Revista Brasileira de Genética** 3: 533-549.
- CRONQUIST, A. 1981. **An integrated system of classification of flowering plants**. Columbia University Press. New York.
- DARLINGTON, C. D. & WYLIE, A. P. 1961. **'Chromosome atlas of flowering plants.'**
- FORNI-MARTINS, E. R & MARTINS, F. R. 2000. Chromosome studies on Brazilian cerrado plants. **Genetics and Molecular Biology** 23(4): 947-955.
- FORNI-MARTINS, E. R., PINTO-MAGLIO, C. A. P. & CRUZ, N. D. 1995. Chromosome numbers in Brazilian cerrado plants. **Revista Brasileira de Genética** 18: 281-288.
- GADEK, P. A., WILSON, P. G. & QUINN, C. 1996. Phylogenetic reconstruction in Myrtaceae using *matK*, with particular reference to the position of *Psiloxylon* and *Heteropyxis*. **Australian Journal of Botany** 29: 159-184.

- GOLDBLATT, P. & JOHNSON, D.E. 1990. **Index to plant chromosome numbers 1986-1987**. Monographs in systematic Botany from the Missouri Botanical Garden, volume 30.
- GOLDBLATT, P. 1981. **Index to plant chromosome numbers 1975-1978**. Monographs in systematic Botany from the Missouri Botanical Garden, volume 5.
- GOLDBLATT, P. 1988. **Index to plant chromosome numbers 1984-1985**. Monographs in systematic Botany from the Missouri Botanical Garden, volume 23.
- JONHSON, L. A. S. & BRIGGS, B. G. 1984. Myrtales and Myrtaceae – a phylogenetic analysis. **Annals of the Missouri Botanical Garden 71**: 700-756.
- JUDD, W. S., CAMPBELL, C. S., KELLOGG, E. A., STEVENS, P. F. & DONOGHUE, M. J. 2002. **Plant Systematics – A phylogenetic approach**. 2<sup>nd</sup> Sinauer Associates Publisher, Massachusetts, USA.
- KAUSEL, E. 1966. Lista de las Myrtáceas y Leptospermáceas argentinas. **Lilloa 32**: 323-368.
- KAWASAKI, M. L. & LANDRUM, L. 1997. A rare and potentially economic fruit of Brazil: cambuci, *Campomanesia phaea* (Myrtaceae). **Economic Botany 51**: 403-407.
- KAWASAKI, M. L. 1989. Flora da Serra do Cipó: Myrtaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 11**: 121-170.
- LANDRUM, L. 1981. A monograph of the genus *Myrceugenia* (Myrtaceae). **Flora Neotropica 29**: 1-137.
- LANDRUM, L. R. & KAWASAKI, M. L. 1997. The genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic and identification keys. **Brittonia 49**(4):508-536.
- LUCAS, E., BELSHAM, S., NIC LUGHADHA, E., ORLOVICH, D. SAKURAGUI, C., CHASE, M. & WILSON, P. 2004. Phylogenetic patterns in the fleshy-fruited Myrtaceae – preliminary molecular evidence. **Plant Systematics and Evolution (prelo)**
- MATSUMOTO, S. T., MARIN-MORALES, M. A., RUAS, C. F. & RUAS, P. M. 2000. Cytogenetic analysis of seven species of *Eucalyptus* L'Her. (Myrtaceae). **Caryologia 53**(3-4): 205-212.
- McVAUGH, R. 1956. Tropical American Myrtaceae. Notes on generic concepts and descriptions of previously unrecognized species. **Fieldiana: Botany 29**(3).
- McVAUGH, R. 1968. The genera of American Myrtaceae – An interim report. **Taxon 17**: 354-418.
- MILES, D. H. ROSA DEL MEDEIROS, J. M., CHITTAGONG, HEDIN, P. A., V., SWITHENBANK, C. & LINDERT, Z. 1991. 3'-Formyl-2',4',6'-Trihydroxy-5"-methylidihydrochalcone from *Psidium acutangulum*. **Phytochemistry 30**(4): 1131-1132.
- MILES, D. H. ROSA DEL MEDEIROS, J. M., CHITTAGONG, V., SWITHENBANK, C., LINDERT, Z. WEEKS, J. A., ATWOOD, J. L. & HEDIN, P. A. 1990. 3'-Formyl-2',4',6'-Trihydroxy-5"-methylidihydrochalcone, A prospective New Agrochemical from *Psidium acutangulum*. **Journal of Natural Products 53**(6): 1548-1551.

- MOORE, R. J. 1977. **Index to plant chromosome numbers 1967-1971**. International Association for Plant Taxonomy.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITERMEIER, C. G., FONSECA, G. A. B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature 403**: 853-858.
- NIEDENZU, F. 1898. Myrtaceae. *In*: EGLER, A. & PRANTL, K. **Die natürlichen Pflanzenfamilien 3**(7): 57-105.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. & FONTES, M. A., 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica 32**: 793-810.
- RAVEN, P. H. 1975. The bases of Angiosperm Phylogeny: Cytology. **Annals of the Missouri Botanic Garden 62**: 724-764.
- RYE, B. 1979. Chromosome number variation in the Myrtaceae and its taxonomic implications. **Australian Journal of Botany 27**: 547-573.
- SCHIMD, R., 1980. Comparative anatomy and morphology of *Psiloxylon* and *Heteropyxis*, and the subfamilial and tribal classification of Myrtaceae. **Taxon 29**: 559-595.
- SILVA, S. R. 1998. **Plantas do cerrado utilizadas pelas comunidades da região do Grande Sertão Veredas**. Fundação Pró-Natureza-FUNATURA.
- SRIVASTAVA, H. C. 1972. Preliminary cytological studies of *Psidium freichsthalianum* Niedenzu. **Science & Culture 38**: 94-95.
- STACE, C. A. 1991. **Plant taxonomy and Biosystematics**. 2<sup>nd</sup>. Edward Arnold.
- VIJAYAKUMAR, N & SUBRAMANIAN, D. 1985. Cytotaxonomical studies in South Indian Myrtaceae. **Cytologia 50**: 513-520.
- WILSON, P., O'BRIEN, M. M., GADEK, P. A. & QUINN, C. J. 2001. Myrtaceae revisited: a reassessment of infrafamilial groups. **American Journal of Botany 88**(11): 2013-2025.

**Estudos cromossômicos em *Eugenia* L., *Myrciaria* O. Berg e *Plinia* L.  
(Myrtaceae Juss., subtribo Eugeniinae O. Berg) no sudeste do Brasil**

*Itayguara R Costa*<sup>A, B</sup> & *Eliana Regina Forni-Martins*<sup>B</sup>

<sup>A</sup>Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal / UNICAMP; autor para correspondência: *itayguara@yahoo.com*

<sup>B</sup>Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas,

Caixa Postal 6109, 13083-970, Campinas, SP, Brasil.

*Resumo.* Estudos cromossômicos em espécies de Myrtaceae, da subfamília Myrtoideae, ainda são escassos, porém mostram uma maior frequência de poliploidia do que em espécies das subfamílias Leptospermoideae e Chamaleucioideae. Este estudo teve por objetivo contribuir para o conhecimento da família Myrtaceae, mediante a determinação de números cromossômicos de várias espécies neotropicais da subtribo Eugeniinae, e avaliar o papel da poliploidia na evolução do grupo. As preparações cromossômicas foram obtidas mediante técnicas convencionais em citogenética. Foram registrados números cromossômicos para 19 espécies pertencentes aos gêneros *Eugenia*, *Myrciaria* e *Plinia*, sendo 17 (89,5%) deles inéditos. No gênero *Eugenia* foi registrado nível diplóide ( $n=11/2n=22$ ) em nove espécies, além de três espécies poliplóides ( $2n=33$  e  $44$ ) e da ocorrência de citótipos em outras três espécies. A porcentagem de espécies de *Eugenia* com número cromossômico conhecido passou de 5,4% (19 espécies) para 8,9% (31), das quais 22,6% são poliplóides (9,7% triplóides, 3,2% tetraplóides e 9,7% hexaplóides). Em *Myrciaria* (três espécies) e *Plinia* (duas) foi registrado  $2n=22$ , não sendo, até o momento, registradas espécies poliplóides nestes gêneros. Com estes resultados, reforçamos as hipóteses sobre a importância da poliploidia na evolução das Myrtoideae neotropicais, principalmente em *Eugenia*.

*Palavras-chave:* Cromossomos, Eugeniinae, Myrtaceae, Myrtoideae e Poliploidia.

A ser submetido ao Periódico *Australian Journal of Botany*

## Introdução

A família Myrtaceae possui cerca de 3600 espécies agrupadas em 150 gêneros com ampla distribuição nas regiões tropicais e subtropicais do globo, sendo também muito bem representada nas regiões temperadas da Austrália (Cronquist 1981). Encontra-se dividida em duas grandes subfamílias, Myrtoideae, com distribuição em pantropical, e Leptospermoideae, essencialmente australasiana (McVaugh 1968). Johnson & Briggs (1984) admitem a existência de mais uma subfamília, Chamelaucioideae. Todos os representantes neotropicais de Myrtaceae estão inseridos na subfamília Myrtoideae, caracterizada por apresentar frutos bacóides e filotaxia oposta; na América, Myrtoideae distribui-se em toda a faixa tropical e subtropical e é composta de apenas uma tribo, Myrteae (McVaugh 1968, Landrum & Kawasaki 1997).

Atualmente, aceita-se a divisão de Myrteae em três subtribos, com base na morfologia dos embriões: Eugeniinae (embriões globosos com radícula não evidente), Myrciinae (embriões com cotilédones foliáceos e radícula longa) e Myrtilinae (cotilédones reduzidos e radícula longa) (McVaugh 1956, Landrum & Kawasaki 1997).

Em geral, as espécies da subtribo Eugeniinae caracterizam-se por apresentar flores tetramêras a hexâmeras (em *Hexachlamys* O. Berg) isoladas, em dicásios, ou racemos aglomerados nos ramos ou caule. O botão floral pode apresentar-se fechado, abrindo-se por meio do rasgamento do cálice em quatro ou cinco lobos mais ou menos regulares (*Calycorectes* O. Berg, *Plinia* L. e *Siphoneugena* O. Berg), na forma de uma caliptra (*Neomitranthes* D. Legrand, *Siphoneugena*) ou aberto, com lobos calicinais distintos antes da antese (*Eugenia* L., *Myrciaria* O. Berg, *Hexachlamys*, *Myrcianthes* O. Berg). O ovário é bi ou trilocular, com dois a muitos óvulos. As sementes apresentam testa variando de membranácea a cartácea e embrião do tipo eugenióide, com cotilédones unidos, conferruminados ou isolados.

Recentemente, estudos filogenéticos envolvendo sequências dos genes *matK* do genoma de plastídeo associadas a dados morfológicos (Gadek *et al.* 1996, Wilson *et al.* 2001) e as sequências ITS-1, ITS-2 e 5.8S rRNA do genoma nuclear (Lucas *et al.* 2004), vêm mostrando fortemente que a tribo Myrteae é monofilética, à exceção da aliança *Acmea* (Lucas *et al.* 2004). Entretanto, os mesmos autores consideraram Eugeniinae um grupo parafilético.

#### *Histórico taxonômico da subtribo Eugeniinae*

Berg (1857) reconheceu 14 gêneros como pertencentes à subtribo Eugeniinae, por ele denominada Eugenioideae (Tabela 1). Destes, diversos encontram-se atualmente sinonimizados: *Phyllocalyx* O. Berg e *Stenocalyx* O. Berg em *Eugenia*, *Schizocalyx* O. Berg em *Calycorectes* e *Jambosa* O. Berg em *Syzygium* Gaertn (www.mobot.org) Também descreveu o gênero *Aulacocarpus* O. Berg, hoje *Mouriri* (Melastomataceae) (McVaugh 1956, Briggs & Johnson 1979) (Tabela 1). McVaugh (1956) considerava difícil a delimitação dos gêneros dentro de Eugeniinae, reconhecendo seis gêneros: *Calycorectes*, *Catinga* Aubl., *Eugenia*, *Myrciaria*, *Myrcianthes* e *Plinia*. Posteriormente, McVaugh (1968) dividiu os gêneros reconhecidos por Berg e outros descritos posteriormente em dois grandes grupos informais: “gêneros *Eugenióides*” incluindo *Calycorectes*, *Eugenia*, *Hexachlamys*, *Legrandia* Kausel, *Myrciaria*, *Plinia* e *Siphoneugena* e “*Myrcianthes* e gêneros afins”, com *Luma*, *Myrcianthes*, *Reichea* e *Pseudanamomis* (Tabela 1). Engler (1964) admitiu a existência de cinco subtribos em Myrteae, agrupando os gêneros descritos anteriormente em duas subtribos, Eugenieae (*Calycorectes*, *Eugenia* e *Myrciaria*) e Plinieae (*Jambosa*, *Syzygium* e *Plinia*) (Tabela 1). Briggs & Johnson (1979) dividiram Myrteae em seis grupos, com 13 gêneros na “aliança *Eugenia*” (Tabela 1).

Landrum & Kawasaki (1997) elaboraram uma sinopse para os gêneros de Myrtaceae do Brasil, admitindo a existência de seis gêneros na subtribo Eugeniinae: *Eugenia* (incluindo *Calycorectes* e *Hexachlamys*), *Myrcianthes*, *Myrciaria* (incluindo *Paramyrciaria* Kausel),

*Neomitranthes*, *Plinia* e *Siphoneugena*. Estes gêneros agrupam-se em dois grandes complexos. O primeiro inclui os gêneros *Myrciaria*, *Plinia*, *Siphoneugena* e *Neomitranthes*, caracterizados pelas inflorescências glomerulares, 2-6(7) óvulos por lóculo e embriões com dois cotilédones plano-convexo separados. O outro complexo agrupa o gênero *Eugenia* (incluindo *Calycorectes* e *Hexachlamys*), que possui inflorescências portando brácteas usualmente curtas, mais de sete óvulos por lóculo e embriões sólidos, com os cotilédones fusionados. O gênero *Myrcianthes* ainda não tem limites definidos dentro deste grupo, sendo facilmente confundido com *Eugenia*, visto que apresentam muitas similaridades na estrutura floral; a distinção entre esses dois gêneros só é possível pela morfologia do embrião, que em *Myrcianthes* não é fusionado e com dois cotilédones plano-convexos (McVaugh 1968, Landrum & Kawasaki 1997).

#### *Caracterização dos gêneros*

O gênero *Eugenia*, na conceituação de Landrum & Kawasasaki (1997), é caracterizado por suas inflorescências unifloras, ou raramente dicasiais, portando flores 4(-5)-meras com cálice aberto ou fechado, abrindo-se de maneira regular ou irregular. O ovário é sempre bilocular, com dois ou muitos óvulos por lóculo. Os lobos calicinais são persistentes no fruto, que pode ter de uma a duas sementes com um embrião sólido. Os limites intragenéricos neste grupo são ainda vagos e mais estudos taxonômicos são necessários (Landrum & Kawasaki 1997). Apresenta-se distribuído deste o México e Caribe até o norte da Argentina, com aproximadamente 350 espécies no Brasil (Landrum & Kawasaki 1997).

As espécies de *Myrciaria* apresentam flores tetrâmeras, com hipanto estendido além do ovário, agrupadas em inflorescências curto-bracteadas reduzidas a glomérulos. O cálice é sempre aberto. O ovário possui dois lóculos biovulados. O fruto possui uma cicatriz circular devido à queda do hipanto e lobos calicinais e contém de uma a duas sementes com testa membranácea. O embrião pode ser fundido ou não portando dois cotilédones plano-convexos. Kausel (1966),

Rotman (1982) e Sobral (1991) aceitam *Paramyrciaria* como um gênero válido, separando-o de *Myrciaria* apenas pela fusão dos cotilédones. Segundo Sobral (1993), a única característica que permite separar *Myrciaria* de *Plinia* é o cálice persistente em *Plinia* e decíduo em *Myrciaria*. Ocorre desde o México e Caribe até o norte da Argentina, com cerca de 30 espécies no Brasil (Landrum & Kawaski 1997).

Em *Plinia*, as flores são tetrâmeras, com cálice fechado ou parcialmente fechado, agrupadas em inflorescências curto-bracteadas reduzidas a glomérulos. O ovário é bilocular com até dois óvulos por lóculo. O fruto tem de uma a duas sementes com testa membranácea e cotilédones plano-convexo separados. Ocorre desde a América Central até o Brasil, onde são encontradas cerca de 20 espécies (Landrum & Kawasaki 1997).

McVaugh (1956) considerou as Myrtaceae americanas um grupo complexo, necessitando de muitos estudos sistemáticos. Barroso (1991) também alertou para a necessidade de levantamentos regionais aliados a estudos de biosistemática, com o objetivo de delimitar os taxa com maior exatidão. Dentro da Biosistemática, a Citotaxonomia tem subsidiado estudos taxonômicos e evolutivos em inúmeros grupos taxonômicos, em diferentes níveis hierárquicos (██████ 1991).

#### *Estudos cromossômicos*

Os estudos sobre cromossomos em espécies de Myrtaceae ainda são escassos, sobretudo na subtribo Eugeniinae, onde alguns gêneros como *Calycorectes*, *Hexachlamys*, *Myrcianthes*, *Neomitranthes*, *Siphoneugena* e *Plinia*, ainda não foram citologicamente analisados. A grande maioria dos estudos cromossômicos foi realizada com espécies australianas (subfamílias Leptospermoideae e Chamelaucioideae), para as quais Atchinson (1947) determinou o número cromossômico de 47 espécies introduzidas e cultivadas na Califórnia (sendo a grande maioria espécies de *Eucalyptus*), enquanto Rye (1979) analisou 150 espécies da região oeste da Austrália.

Para a subfamília Myrtoideae, Atchinson (1947) determinou números cromossômicos para apenas oito espécies, entre elas duas espécies africanas de Eugeniinae, *Eugenia jambos* (n=14, 2n=42 e 2n=54) e *E. malaccensis* (n=11), hoje transferidas para o gênero *Syzygium* (*Syzygium jambos* (L) Alston e *S. malaccensis* (L.) Merr. & Perr, respectivamente). Coleman (1982) encontrou n=11 para *Eugenia lilloana* Legr, espécie nativa do Brasil.

No geral, a família Myrtaceae apresenta pequena variação no número cromossômico, observando-se n=11 na maioria dos gêneros, pertencentes a subfamílias e tribos diferentes. Algumas espécies de *Eugenia* apresentam disploidia com n=12 e 2n=24, 32, 42, 45, 46 e 54 (Bolkhovskikh *et al.* 1969, Darlington & Wylie 1961, Forni-Martins & Martins 2000). Segundo Rye (1979), espécies poliplóides são freqüentes em Myrtoideae, sendo raras em Leptospermoideae, onde predominam espécies displóides.

Andrade & Forni-Martins (1998) analisaram algumas espécies brasileiras de Myrtoideae e apontaram a importância da poliploidia na evolução das Myrtaceae neotropicais, destacando *Eugenia pluriflora* com n=33 e uma espécie de *Psidium*, com 2n=66. Com base em revisão de literatura, mencionaram a existência de séries poliplóides nestes dois gêneros, culminando com 2n=110 em *Eugenia javanica* Lam. (= *S. samaranguense* Bl.) Merr. & Perr.) (Roy & Jha 1962 *in* Bolkhovskikh *et al.* 1969). A poliploidia é um processo, na maioria das vezes, intimamente relacionado à hibridação interespecífica, restaurando a fertilidade de híbridos (Guerra 1988).

Diante disto, este trabalho objetivou caracterizar, por meio da determinação de números cromossômicos, espécies brasileiras da subtribo Eugeniinae, visando contribuir para uma melhor delimitação de seus táxons, bem como avaliar o papel da poliploidia na evolução do grupo.

## **Material e métodos**

### *Coleta de material*

Foram coletadas 19 espécies em três gêneros (*Eugenia*, *Myrciaria* e *Plinia*) da subtribo Eugeniinae (Myrtaceae) em diferentes formações vegetacionais (cerrado, campos rupestres, floresta atlântica, entre outros) da região sudeste do Brasil. As espécies ou populações foram selecionadas de acordo com a disponibilidade de material para estudos cromossômicos (botões florais e frutos com sementes). Quatro espécies de *Eugenia* tiveram de duas a três populações analisadas. As espécies foram primeiramente identificadas por meio de bibliografia especializada e comparações de herbário e, posteriormente, confirmadas por especialista (Prof. Marcos Sobral – UFMG). Materiais-testemunho das espécies coletadas encontram-se depositadas no Herbário UEC (Universidade Estadual de Campinas) (Tabela 2).

### *Estudos cromossômicos*

Para observação das células em meiose, botões florais em diversos estádios de maturação foram fixados em solução de Carnoy (3:1, etanol:ácido acético). Após um mínimo de 24 horas, estes foram transferidos para álcool 70% e estocadas no freezer. As preparações citológicas foram obtidas através do esmagamento das anteras em carmim acético 1,2% (Medina & Conagin 1964).

Para a obtenção de células em metáfase mitótica, sementes foram germinadas em câmara germinadora a uma temperatura de 28 a 30°C. Os ápices radiculares foram pré-tratados com 8-hidroxiquinoleína 0,002M por cerca de 24 horas, a 8°C. As raízes foram fixadas em Carnoy e estocadas em álcool 70% no freezer até a preparação das lâminas, utilizando a técnica de Giemsa (Guerra 1983).

A análise das lâminas foi feita através de microscópio óptico comum e as células em condições adequadas de espalhamento cromossômico foram documentadas em fotomicroscópio.

Também foi analisada a viabilidade dos grãos de pólen em três espécies de *Eugenia* (*E. aurata*, *E. uvalha* e *E. mosenii*) segundo a técnica de Medina & Conagin (1964) ligeiramente modificada (excluindo o esmagamento final da lâmina). Foram analisados cinco botões florais por espécie, utilizando um botão por lâmina. Foram amostrados cerca de 1200 grãos de pólen por espécie.

## Resultados

Foi determinado o número cromossômico para 19 espécies da subtribo Eugeniinae, sendo 14 espécies de *Eugenia*, três de *Myrciaria* e duas de *Plinia* (Tabela 3, Fig. 1 e 2). Foi registrado o número gamético  $n=11$  para quatro espécies e  $2n=22$  para onze espécies. Apenas em *E. bracteata* e *E. uniflora*, foi possível determinar tanto o número gamético  $n=11$  como o número somático  $2n=22$  (Tabela 3, Fig. 1). Observou-se poliploidia em três espécies de *Eugenia*: *E. dysenterica*, *E. khlotzschiana* e *E. pyriformis*, com  $2n=33$  (Tabela 3, Fig. 1). Em *E. hyemalis* e *E. pitanga* foram observados dois citótipos, com  $2n=22$  e  $2n=44$  em duas diferentes populações analisadas. A ocorrência de dois citótipos (raças cromossômicas) também foi observada em *E. puniceifolia*, com duas populações com  $2n=22$  e outra com  $2n=33$  (Tabela 3).

Nos outros gêneros analisados, *Myrciaria* e *Plinia*, todas as espécies apresentaram  $2n=22$  (Tabela 3, Fig. 2). Nas espécies em que as contagens cromossômicas foram realizadas em meiose, não foram observados quaisquer tipos de anormalidades no pareamento e disjunção dos cromossomos.

Os grãos de pólen apresentaram alta viabilidade, com índices médios superiores a 90%:  $92,3\% \pm 2,6$  em *E. aurata*,  $91,4\% \pm 2,7$  em *E. uvalha* e  $95,4\% \pm 1,2$  em *E. mosenii*.

## Discussão

Os números cromossômicos obtidos para espécies de *Eugenia*, com predomínio de  $n=11$  e  $2n=22$ , concordam com a maior parte dos resultados disponíveis na literatura (Tabela 3). Do total de espécies estimadas por Landrum & Kawasaki (1997) para o gênero *Eugenia* (350 espécies no Brasil), apenas 5,4% (19 espécies) tinham seu número cromossômico determinado. Com a inclusão de 12 contagens inéditas aqui registradas (Tabela 3), esse número foi elevado para 8,9% (31 espécies).

O número cromossômico  $2n=22$  parece ser constante nas espécies de *Myrciaria* e de *Plinia* (Tabela 3). As contagens obtidas para todas as espécies de *Myrciaria* são inéditas e coincidem com a da outra única espécie já estudada do gênero, *M. dubia* (Uchiyama & Koyama 1993 in Goldblatt & Johnson 1996). Estes dados correspondem a 10% do total de espécies (30) estimadas por Landrum & Kawasaki (1997) para o gênero no Brasil. Os resultados para *Plinia cauliflora* e *P. glomerata* referem-se aos primeiros registros para o gênero, também totalizando 10% do total (20 espécies) segundo Landrum & Kawasaki (1997). Para *Myrcianthes*, as duas únicas espécies analisadas na literatura (*M. cisplatensis* e *M. fragans*) também apresentam  $2n=22$  (Bernadello *et al.* 1990 in Goldblatt & Johnson 1990, Landrum 1981) (Tabela 3). Vale a pena ressaltar que para os demais gêneros da subtribo ocorrentes na América, como *Calycorectes*, *Hexachlamys*, *Neomitranthes* e *Siphoneugena*, ainda inexitem informações cromossômicas.

Apesar da maior frequência de  $n=11$  e  $2n=22$  em *Eugenia* (91,6% em 11 espécies e 50,0% em 10 espécies, respectivamente), sete das 31 espécies (22,5%) de *Eugenia* exibem alteração no nível de ploidia, com número gamético variando de  $n=33$  e somático  $2n= 33$  ou  $44$  (Tabela 3). Espécies triplóides ( $2n=3x=33$ ) e hexaplóides ( $2n=6x=66$ ) totalizam 18,3% (três espécies de cada), porém o nível tetraplóide foi encontrado em apenas uma espécie (3,2%). Citótipos ocorreram em 12,9% das espécies (quatro espécies). São relatadas em literatura outras espécies

de *Eugenia* com maior nível de ploidia ( $2n=66$  e  $110$ ), sendo estas atualmente circunscritas no gênero *Syzygium* (*E. jambolana* Lam = *S. jambolanum* (Lam.) DC., *E. jambos* L. = *S. jambos* (L.) Alston e *E. javanica* = *S. samaranguense* (Bl.) Merr. & Perr.) (Gill *et al.* 1974 in Goldblatt 1981, Gill *et al.* 1989 in Goldblatt & Johnson 1990, Roy & Jha 1962 in Bolkhovskikh *et al.* 1969).

Em *Eugenia*, a diferenciação de nível de ploidia intra-específica também pode ser observada com o relato de citótipos. A ocorrência de citótipos diferenciados pelo nível de ploidia, aqui relatados em *E. hyemalis* e *E. pitanga* ( $2n=22$  e  $44$ ), além de *E. puniceifolia* ( $2n=22$  e  $2n=33$ ) é bastante interessante, pois foi constatada em três das quatro espécies para as quais foram analisadas mais de uma população. Dentre estas, citótipos não foram constatados apenas em *E. brasiliensis* (Tabela 3). A alta frequência de citótipos diferenciados pelo nível de ploidia nos permite supor que nas demais espécies em que se constatou poliploidia (*E. dysenterica*, *E. khlothzschiana* e *E. pyriformis*, com  $2n=33$ ) e para as demais diplóides, também possam existir citótipos. Para *E. uniflora*, Singhal *et al.* (1980, 1985) encontraram populações diplóides e triplóides.

Outras espécies de *Eugenia*, todas atualmente circunscritas no gênero *Syzygium*, também evidenciaram citótipos poliplóides. Em *E. caryophyllata* (= *S. aromaticum* (L.) Merr & L. M. Perry), Vijayakumar & Subramaniam (1985) encontraram  $2n=22$  e  $44$ . Para *E. cumini* (= *S. cuminii* (L.) Druce), Badhuri (1949 in Bolkhovskikh *et al.* 1969) encontrou citótipos tetraplóide ( $2n=44$ ) e hexaplóide ( $2n=66$ ). Para *E. jambolana* (= *S. jambolanum* (Lam.) DC.), vários autores encontraram diferentes números gaméticos,  $n=11$ ,  $22$  e  $33$  e somáticos,  $2n=22$ ,  $44$  e  $66$  (Gill 1974 in Goldblatt 1981, Gill *et al.* 1989 in Goldblatt & Johnson 1991, Mehra & Khosla 1972 in Moore 1977, Singhal & Gill 1984). Para *E. jambos* (= *S. jambos* (L.) Alston), Roy e Jha (1962 in Bolkhovskikh *et al.* 1969) encontraram citótipos triplóides e tetraplóides, enquanto Gill *et al.* (1974 in Goldblatt 1981), encontraram tetra e hexaplóides. Para *E. javanica* (= *S. samaranguense*

(Bl.) Merr. & Perr.), van der Pijl (1934 *in* Darlington & Wylie 1961) encontrou  $2n=44$  enquanto Roy & Jha (1962 *in* Bolkhovskikh *et al.* 1969), encontraram  $2n=110$ .

A diferenciação de raças cromossômicas ou citótipos pode ser entendida como uma etapa intermediária e importante, pois leva ao isolamento genético, fornecendo uma barreira ao fluxo gênico (Stace 1991) atuando na diferenciação e favorecendo o processo de especiação (Briggs & Walters 1997). A poliploidia é considerada um dos mecanismos adaptativos e evolutivos importantes em plantas, favorecendo um amplitude ecológica e distribuição geográfica mais amplas que os parentais diplóides (Briggs & Walters 1997). A dificuldade na taxonomia das mirtáceas neotropicais (Barroso 1991, McVaugh 1956) pode ser decorrente da especiação envolvendo hibridação e poliploidia, com surgimento de caracteres morfológicos intermediários entre as espécies proximamente relacionadas, sendo o fluxo gênico entre elas interrompido pela diferenciação cromossômica, principalmente por poliploidia. A diferenciação morfológica entre os citótipos poliplóides, só foi evidente em *E. hyemalis*, onde a população com  $2n=44$  (Serra do Cipó, MG) apresentava um hábito arbustivo (cerca de 2m de altura e aproximadamente 5m de circunferência na copa) com uma grande quantidade de frutos, em relação ao correspondente diplóide (Atibaia, SP), um subarbusto com menos de 10 frutos por indivíduo. Nas demais espécies onde foram evidenciados citótipos, *E. puniceifolia* e *E. pitanga*, não foi observada nenhuma diferenciação morfológica evidente.

A poliploidia observada em algumas espécies de *Eugenia* (Tabela 3) também vem sendo relatada por Costa (2004) nas demais subtribos de Myrtoideae, como em algumas espécies de *Gomidesia* e *Myrcia* (subtribo Myrciinae) e no gênero *Psidium* (Myrtilinae), onde cerca de 75% das espécies são poliplóides. O predomínio de espécies poliplóides na subfamília Myrtoideae já havia sido apontada por outros autores (Atchinson 1947, Rye 1979). Andrade & Forni-Martins (1998) também destacaram a importância da poliploidia na evolução das mirtáceas neotropicais. A constatação de citótipos poliplóides, além de espécies consideradas como originadas por

poliploidia (Tabela 3), confirma a importância da poliploidia na evolução das Myrtoideae, podendo-se, inclusive, sugerir que a ocorrência da mesma esteja subestimada.

Apesar de menos freqüente que em Myrtoideae, a poliploidia também foi relatada por Rye (1979) em alguns gêneros de Leptospermoideae e Chamelaucioideae, como *Calytrix* ( $n=11$ ,  $2n=22$ ,  $44$ ), *Chamelaucium* ( $n=11$ ,  $2n=22$ ,  $44$ ,  $66$ ), *Darwinia* ( $n=6$ ,  $7$ ,  $12$ ,  $14$  e  $2n=12$ ,  $14$ ,  $24$ ,  $28$ ) e *Verticordia* ( $n=8$ ,  $9$ ,  $11$ ,  $16$ ,  $22$  e  $2n=16$ ,  $18$ ,  $22$ ,  $32$ ,  $44$ ). Além disso, Brighton & Ferguson (1976) encontraram espécies de *Melaleuca* com  $2n=22$ ,  $33$ ,  $44$  e  $66$ . Segundo estimativas de Rye (1979), cerca de 36% das Myrtoideae apresentavam poliploidia ou citótipos poliplóides, contra 10% em Leptospermoideae.

Além das séries poliplóides, algumas contagens divergem do número básico  $x=11$ , provavelmente decorrente de alteração por disploidia (ou aneuploidia) em relação a  $2n=22$ . Nesse contexto, podem ser citadas *E. guabiju*, com  $2n=24$  (Moussel 1965 in Moore 1977), *E. jambos* (= *S. jambos* (L.) Alston), com  $2n=28$ ,  $42$ ,  $46$ ,  $54$  (Badhuri 1949, van de Pijl 1934 in Bolkhovskikh et al. 1969) e *E. javanica* (= *S. samaranguense* (Bl.) Merr. & Perr.), com  $2n=42$  e  $45$  (van der Pijl 1934 e Badhuri 1949 in Bolkhovskikh et al. 1969, respectivamente). No Brasil, há a citação de  $2n=32$  em *E. bimarginata* (Forni-Martins & Martins 2000), para a qual foi sugerida origem por triploidia ( $2n=3x=33$ ) seguida da perda de um cromossomo; no entanto, os autores alertaram para a necessidade de estudos mais aprofundados. Algumas espécies de *Eugenia* displóides (*E. javanica*, *E. jambos*) com distribuição paleotropical encontram-se atualmente inseridas no gênero *Syzygium*. Este gênero é considerado filogeneticamente distante de *Eugenia* (Wilson et al. 2001, Lucas et al. 2004) conforme já havia sido relatado por Johnson & Briggs (1984) e Schmid (1972) com base em várias evidências morfológicas e anatômicas. Segundo Rye (1979), as variações cromossômicas derivadas por disploidia são comuns em Leptospermoideae (21% das espécies já estudadas), ao contrário do que ocorre em Myrtoideae (5%).

A constância do número diplóide  $2n=22$  (exceto para os poliplóides e para algumas espécies displóides) e o pequeno tamanho dos cromossomos (Costa 2004, Forni-Martins & Martins 2000, Viajayakumar & Subramanian 1985), dificultam considerações taxonômicas dentro de Myrtaceae, tribo Myrteae. A ocorrência de  $n=11$  e  $2n=22$  em espécies distribuídas nos três gêneros analisados (*Eugenia*, *Myrciaria* e *Plinia*) não subsidia o esclarecimento de dúvidas taxonômicas, como a distinção entre os gêneros *Myrciaria* e *Plinia*, com base nas características dos lobos calicinais, como sugerido por Sobral (1993) ou também nos complexos sugeridos por Landrum & Kawasaki (1997). Ao contrário, na subfamília Leptospermoideae são conhecidos variados números cromossômicos (Rye 1979), como nos gêneros *Actonodium* ( $n=6$ ), *Beaufortia* ( $n=8, 10$ ), *Darwinia* ( $n=6, 9, 12, 14$ ), *Verticordia* ( $n=6, 7, 8, 9, 11, 12, 16, 22$ ) e *Thryptomene* ( $n=9, 10, 11$  e  $22$ ) e que podem ser avaliados como caracteres taxonômicos.

O número básico  $x=11$  apontado por Atchinson (1947) e por Raven (1975) para a família Myrtaceae foi confirmado no presente estudo. Números cromossômicos múltiplos de 11 foram encontrados em todas as espécies estudadas, à exceção de *E. bimarginata* ( $2n=32$ ) e *E. guabiju* ( $2n=24$ ) (Tabela 3).

A alta viabilidade de pólen (acima de 90%) aqui observada nas três espécies diplóides de *Eugenia* (*E. aurata*, *E. uvalha* e *E. mosenii*) também foi encontrada em um indivíduo diplóide de *E. uniflora* (100%) e em um tetraplóide ( $2n=44$ ) de *E. jabolana* (*S. cumini*), com 86% (Singhal *et al.* 1985). Os elevados valores de viabilidade de pólen são consequência da regularidade na meiose (microsporogênese) destas espécies, referente ao pareamento e à disjunção regular dos cromossomos durante o processo. Isso é esperado nas espécies diplóides e também nas poliplóides de nível par, como naquelas originadas por hibridação interespecífica seguida de duplicação cromossômica (Guerra 1988).

Entretanto, para um indivíduo triplóide ( $2n=3x=33$ ) de *E. uniflora*, a viabilidade dos grãos de pólen foi reduzida para 54% (Singhal *et al.* 1985), com a ocorrência de anormalidades

meióticas, como formação de trivalentes (prófase I e metáfase I) e migração cromossômica não equitativa em anáfase I. Infelizmente, não foi possível analisar a viabilidade dos grãos de pólen das espécies triplóides ( $2n=3x=33$ ) aqui encontradas: *E. dysenterica*, *E. khlotzschiana* e *E. puniceifolia*. Davis (1966) registrou apomixia como amplamente distribuída dentro das Myrtoideae. Portanto, neste caso específico, observa-se a relação tão citada na literatura mostrando a manutenção de indivíduos/espécies estéreis, em diferentes graus (com impossibilidade de reprodução sexuada), por métodos de reprodução assexuada, envolvendo tanto a propagação vegetativa como a formação de sementes sem fecundação prévia (agamospermia) (Stace 1991). Evidentemente, a alteração da ploidia, especialmente quando o nível é ímpar, é um dos fatores freqüentemente associados a irregularidades no processo de reprodução sexuada de plantas (Guerra 1988, Stace 1991). A relação entre poliploidia e apomixia em Myrtoideae já havia sido sugerida por Rye (1979), porém, essa relação nem sempre tem sido confirmada. Por exemplo, em *Plinia cauliflora*, que é diplóide ( $2n=22$ , Tabela 3, Fig. 2), observou-se poliembrionia (2-4 embriões por semente), o que já havia sido anteriormente detectado por Nic Lughadha & Proença (1996). As autoras comentaram a dificuldade de se testar a relação sugerida por Rye (1979), tendo em vista a pequena disponibilidade de informações sobre contagens cromossômicas nas Myrtoideae.

Dentre as famílias pertencentes à ordem Myrtales (*sensu* APG 2003), o número básico e o número cromossômico variam nos níveis inter e intra familiar. No geral, há concordância entre os números cromossômicos básicos ( $x$ ) ou os mais freqüentemente citados ( $n$  e  $2n$ ) e o cladograma que sugere as relações filogenéticas entre as famílias que compõem a ordem Myrtales *sensu* APG (2003). Assim, para famílias menos relacionadas com as Myrtaceae, os números são:  $x=8$  em Lythraceae (Raven 1975, Graham & Cavalcanti 2001, Dahlgren & Thorne 1984);  $n=10$  em Penaeaceae (Dahlgren 1968, 1971 *in* Dahlgren & Thorne 1984);  $n=13$  em Combretaceae, em espécies de *Combretum* (Gill *et al.* 1990) e múltiplos de  $n=12$  em *Terminalia* (Gill *et al.* 1990,

Ohri 1996). Para Melastomataceae, existem registros de números básicos variando de  $x=9$ , 12 e 14 (Dahlgren & Thorne 1984). Thymelaeaceae, uma família pertencente às Myrtales *sensu* Cronquist (1981), apresenta  $x=9$  (Dahlgren & Thorne 1984). Já para as famílias com maior proximidade filogenética em relação a Myrtaceae, há semelhança, pelo menos parcial, dos números cromossômicos. Assim, em Vochysiaceae, Barbosa *et al.* (submetido) encontraram um grupo de espécies com  $2n=22$  (*Qualea* e *Callisthene*) e outro com  $n=12 / 2n=24$  (*Vochysia* e *Salvertia*). Estes dados corroboram o suporte de Vochysiaceae como grupo irmão de Myrtaceae (Conti *et al.* 1996, 1997, Wilson *et al.* 2001) junto com Heteropyxidaceae, com  $x=12$ , pertence ao mesmo clado que Myrtaceae e Vochysiaceae. Onagraceae apresenta  $x=11$  (Raven 1975), no entanto, encontra-se inserida em um clado distante, junto a Combretaceae e Lythraceae. Para as demais famílias (Psiloxylaceae, Memelyaceae, Crypteroniaceae, Alzateceae, Oliniaceae e Rhyncocalycaceae) inexistem informações cromossômicas.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de estudos de Itayguara R. Costa e financiamento deste trabalho (# 01/13169-6) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Pesquisa de Eliana Regina-Forni Martins. Aos pesquisadores C. F. Verola, C. Urbanetz, F. R. Martins, K. Fidanza e R. Macedo pela doação de material coletado de algumas espécies. Ao Prof. Marcos Sobral (UFMG) pela identificação das espécies.

### **Referências bibliográficas**

Andrade FG, Forni-Martins ER (1998) Estudos cromossômicos em espécies de Myrtaceae. *Genetics and Molecular Biology* **21(suppl.)** 166.

- Angiosperm Phylogeny Group (APG) (2003) An update of angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of Linnean Society* **141** 399-436.
- Atchinson E (1947) Chromosome numbers in the Myrtaceae. *American Journal of Botany* **34** 159-164.
- Barbosa AR, Yamamoto K, Forni-Martins ER, Costa, JY (2003) Chromosome number and the systematics of Vochysiaceae, Tribe Vochysieae Dumort. *Taxon* (**submetido**)
- Barroso GM (1991) Myrtaceae. In 'Sistemática de Angiospermas do Brasil. Volume II' pp. 114-126. (UFV: Viçosa)
- Berg O (1857) Myrtaceae. In Martius C P F (ed.) *Flora Brasiliensis* **14** 1-656.
- Bolkhovskikh Z, Matvejeva VG, Zakharyeva O (1969) 'Chromosome numbers of Flowering Plants' (Academy of Sciences: USSR).
- Briggs BG, Johnson LAS (1979) Evolution in the Myrtaceae: evidence from inflorescence structure. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales* **102** 155-256.
- Briggs D, Walters SM (1997) 'Plant variation and evolution.' (University Press: Cambridge)
- Brighton CA, Ferguson IK (1976) Chromosome counts in the genus *Melaleuca* (Myrtaceae). *Kew Bulletin* **31** 27-33.
- Carr GD (1978) Chromosome numbers of Hawaiian flowering plants and the significance of cytology in select taxa. *American Journal of Botany* **65** 236-242.
- Coleman JR (1982) Chromosome numbers of Angiosperms collected in the state of São Paulo. *Revista Brasileira de Genética* **3** 533-549.
- Conti E, Litt A, Sytsma KJ (1996) Circumscription of Myrtales and their relationships to other rosids: evidence from rbcL sequence data. *American Journal of Botany* **83** 221-233.
- Conti E, Litt A, Wilson PG, Graham SA, Briggs BG, Johnson LAS, Sytsma KJ (1997) Interfamilial relationships in Myrtales: Molecular Phylogeny and Patterns of morphological evolution. *Systematic Botany* **22** 629-647.
- Costa IR (2004) Estudos cromossômicos em espécies de Myrtaceae Juss. no sudeste do Brasil. Tese de Mestrado. Instituto de Biologia. UNICAMP. Campinas, SP
- Cronquist A (1981) 'An integrated system of classification of flowering plants.' (Columbia University Press: New York)
- Dahlgren D, Thorne RF (1984) The order Myrtales: circumscription, variation and relationships. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **71** 633-699.
- Darlington CD, Wylie AP (1961) 'Chromosome atlas of flowering plants.'
- Davis GL (1966) 'Systematic embryology of the Angiosperms'. (John Wiley & Sons: New York).
- Engler A (1964) 'Syllabus der Pflanzenfamilien.' (Gebrüder Borntrager: Berlin).
- Forni-Martins ER, Martins FR (2000) Chromosome studies on Brazilian cerrado plants. *Genetics and Molecular Biology* **23** 947-955.

- Gadek PA, Wilson PG, Quinn CJ (1996) Phylogenetic reconstruction in Myrtaceae using *matK*, with particular reference to the position of *Psiloxylon* and *Heteropyxis*. *Australian Systematic Botany* **9** 283-290.
- Gill BS, Singhall VK, Bedi YS, Bir SS (1990) Cytological evolution on woody taxa of Pachmarhi Hills. *Journal of Cytology and Genetics* **25** 308-320.
- Goldblatt P (1981) Index to plant chromosome numbers 1975-1978. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* **5**
- Goldblatt P, Johnson DE (1990) Index to plant chromosome numbers 1986-1987. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* **30**.
- Goldblatt P, Johnson DE (1991) Index to plant chromosome numbers 1988-1980. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* **40**
- Goldblatt P, Johnson DE (1996) Index to plant chromosome numbers 1992-1993. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* **58**
- Graham SA, Cavalcanti TB (2001) New chromosome counts in the Lythraceae and a review of chromosome numbers in the family. *Systematic Botany* **23** 445-458.
- Guerra M (1983) O uso do giemsa em citogenética vegetal – comparação entre a coloração simples e o bandamento. *Ciência e Cultura* **35** 190-193.
- Guerra M (1988) 'Introdução a citogenética geral' (Guanabara: Rio de Janeiro)
- Johnson LAS, Briggs BG (1984) Myrtales and Myrtaceae – a phylogenetic analysis. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **71** 700-756.
- Kausel E (1966) Lista de las Myrtáceas y Leptospermáceas Argentinas. *Lilloa* **32** 323-368.
- Landrum LR (1981) A monograph of the genus *Myrceugenia* (Myrtaceae). *Flora Neotropica* **29** 1-137.
- Landrum LR, Kawasaki ML (1997) The genera of Myrtaceae in Brazil: An illustrated synoptic and identification keys. *Brittonia* **49** 508-536.
- Lucas E, Belsham S, NicLughada E, Orlovich D, Sakuragui C, Chase M, Wilson PG (2004) Phylogenetic patterns in the fleshy-fruited Myrtaceae – preliminary molecular evidence. *Plant Systematics and Evolution* (**prelo**).
- McVaugh R (1956) Tropical American Myrtaceae. Notes on generic concepts and descriptions of previously unrecognized species. *Fieldiana: Botany* **29** 145-228.
- McVaugh R (1968) The Tropical American Myrtaceae – An interim report. *Taxon* **17** 354-418.
- Medina DM, Conagin CHTM (1964). Técnica citológica. Instituto Agrônômico, Publicação No. 2610, Campinas.
- Moore RJ (1977) Index to Plant Chromosome Numbers 1967-1971. International Association for Plant Taxonomy.
- Nic Lughadha E, Proença C (1996) A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **83** 480-503.
- Ohri D (1996) Genome size and polyploidy variation in the tropical hardwood genus *Terminalia* (Combretaceae). *Plant Systematics and Evolution* **200** 225-232.

- Raven PH (1975) The bases of Angiosperm Phylogeny: Cytology. *Annals of the Missouri Botanic Garden* **62** 724-764.
- Rotmam AD (1982) Los géneros *Calycorectes*, *Hexachlamys*, *Myrciaria*, *Paramyrciaria*, *Plinia* y *Siphoneugena* en la flora Argentina (Myrtaceae). *Darwiniana* **24** 157-185.
- Rye B (1979) Chromosome number variation in the Myrtaceae and its taxonomic implications. *Australian Journal of Botany* **27** 547-573.
- Schmid R (1972) A resolution of the *Eugenia-Syzygium* controversy (Myrtaceae). *American journal of Botany* **50** 423-436.
- Singhal VK, Gill BS (1984) SOCGI Plant Chromosome Number Reports – II. *Journal of Cytology and Genetics* **19** 115-117.
- Singhal VK, Gill BS, Bir SS (1980) Chromosome Number Reports LXVII. *Taxon* **29** 355-357.
- Singhal VK, Gill BS, Bir SS (1985) Cytology of woody species. *Proceedings of the Indian Academy Science* **94** 607-617.
- Sobral M (1991) Sinopsis de las especies reconocidas del género *Paramyrciaria* Kausel (Myrtaceae). *Candollea* **46** 512-521.
- Sobral M (1993) Sinopse de *Myrciaria* (Myrtaceae). *Napaea* **9**: 13-41.
- Stace, CA (1991) 'Plant taxonomy and Biosystematics' (University Press: Cambridge, 2<sup>nd</sup>)
- Vijayakumar N, Subramanian D (1985) Cytotaxonomical studies in South Indian Myrtaceae. *Cytologia* **50** 513-520.
- Wilson PG, O'Brien MM, Gadek PA, Quinn CJ (2001) Myrtaceae revisited: a reassessment of intrafamilial groups. *American Journal of Botany* **88** 2013-2025.

**Tabela 1.** Circunscrição dos gêneros pertencentes à subtribo Eugeniinae, de acordo com diferentes autores. Alguns gêneros apresentam suas atuais sinonímias e /ou circunscrições entre parênteses (com base em dados obtidos do site [www.mobot.org](http://www.mobot.org)).

<b>Berg (1857)</b>	<i>Aulacocarpus, Calycorectes, Caryophyllus (Syzygium), Eugenia, Hexachlamys, Jambosa (Syzygium),</i>
<b>Subtribo Eugenioideae</b>	<i>Mitranthes, Myrcianthes, Myrciaria, Phyllocalyx (Eugenia), Schizocalyx (Calycorectes), Stenocalyx (Eugenia), Siphoneugena e Syzygium</i>
<b>McVaugh (1968)</b>	<i>Calycorectes, Eugenia, Hexachlamys, Myrciaria, Plinia e Siphoneugena.</i>
<b>“Eugenioid genera”</b>	<i>“Myrcianthes” e afins: Legrandia, Luma, Myrcianthes, Pseudanamomis e Reichea -</i>
<b>Engler (1964)</b>	<i>Calycorectes, Eugenia e Myrciaria</i>
<b>Subtribo Eugenieae</b>	<i>Subtribo Plinieae: Jambosa, Syzygium e Plinia.</i>
<b>Briggs &amp; Johnson (1979)</b>	<i>“Pliniopsis”, Acreugenia (Myrcianthes), Calycorectes, Eugenia, Hexachlamys, Luma, Myrcianthes,</i>
<b>“aliança Eugenia”</b>	<i>Myrciaria, Paramyrciaria, Plinia, Pseudanamomis, Reichea (Myrcianthes) e Siphoneugena</i>
<b>Landrum &amp; Kawasaki (1997)</b>	<i>Eugenia (incluindo Calycorectes e Hexachlamys), Myrcianthes, Myrciaria (incluindo</i>
<b>Subtribo Eugeniinae</b>	<i>Paramyrciaria), Neomitranthes, Plinia e Siphoneugena</i>
<b>(espécies brasileiras)</b>	

**Tabela 2.** Gêneros e espécies estudados, com respectivos locais de coleta, tipo de ambiente onde ocorrem e coletores. AR: afloramento rochoso, CE: cerrado s.s., CL: cultivado, CR: campo rupestre, FA: floresta atlântica, FS: floresta semidecídua.

Gênero / Espécie	Estado, município, local de coleta, tipo de ambiente	Coletor
<i>Eugenia</i>		
<i>E. aurata</i> O. Berg	SP, Mogi Guaçu, EE Mogi Guaçu, CE	I. R. Costa, 429
<i>E. bracteata</i> Vell. ( <i>E. involucrata</i> DC.)	SP, Campinas, <i>Campus</i> da UNICAMP, CL	I. R. Costa, 434
<i>E. brasiliensis</i> L. (pop 1)	SP, Itirapina, Estação Experimental de Itirapina (EE Itirapina), CE	I. R. Costa, 484
<i>E. brasiliensis</i> L. (pop 2)	SP, Assis, Estação Ecológica e Experimental de Assis (EEE Assis), CE	I. R. Costa, 505
<i>E. dysenterica</i> Mart ex DC.	MG, Conceição do Mato Dentro, Sa do Cipó, CR	I. R. Costa, 455
<i>E. hyemalis</i> DC. (pop 1)	SP, Atibaia, APA da Pedra Grande, AF	I. R. Costa, 426
<i>E. hyemalis</i> DC. (pop 2)	MG, Conceição do Mato Dentro, Sa do Cipó, CR	I. R. Costa, 442
<i>E. klothschiana</i> O. Berg	SP, Itirapina, EE Itirapina, CE	F. R. Martins, s/n
<i>E. moosenii</i> O. Berg	SP, Sete Barras, Parque Estadual de Carlos Botelho (PE Carlos Botelho), FA	I. R. Costa, 512
<i>E. pitanga</i> Kiaersk. (pop 1)	SP, Mogi Guaçu, EE Mogi Guaçu, CE	I. R. Costa, 429
<i>E. pitanga</i> Kiaersk. (pop 2)	SP, Assis, EEE Assis, CE	I. R. Costa, 505
<i>E. puniceifolia</i> (Kunth) DC. (pop 1)	MG, Conceição do Mato Dentro, Sa do Cipó, CR	I. R. Costa, 454
<i>E. puniceifolia</i> (Kunth) DC. (pop 2)	SP, Itirapina, EE Itirapina, CE	I. R. Costa, 492
<i>E. puniceifolia</i> (Kunth) DC. (pop 3)	MG, Sa do Cabral, CR	K. Fidanza, s/n
<i>E. pyriformes</i> L.	SP, Assis, EEE Assis, CE	I. R. Costa, 511
<i>E. uniflora</i> L.	SP, Campinas, <i>Campus</i> da UNICAMP, CL	I. R. Costa, 420

**Tabela 2** (continuação)

<b>Gênero / Espécie</b>	<b>Estado, município, local de coleta, tipo de ambiente</b>	<b>Coletor</b>
<i>E. uvalha</i> L.	SP, Itirapina, EE Itirapina, CE	I. R. Costa, 491
<i>Eugenia</i> sp1	SP, Cananéia, Fazenda Folha Larga, FA	C. Urbanetz, 243
<i>Eugenia</i> sp2	SP, Itatiba, FS	R. Macedo, s/n
<b><i>Myrciaria</i></b>		
<i>M. delicatula</i> (DC.) O. Berg.	SP, Atibaia, APA da Pedra Grande, AF	I. R. Costa, 425
<i>M. tenella</i> L.	SP, Mogi Guaçu, EE Mogi Guaçu, CE	I. R. Costa, 494
<i>Myrciaria</i> sp	SP, Atibaia, APA da Pedra Grande, AF	I. R. Costa, 488
<b><i>Plinia</i></b>		
<i>P. cauliflora</i> L.	SP, Campinas, Guará, CL	I. R. Costa, 421
<i>P. glomerata</i> L.	SP, Campinas, Guará, CL	I. R. Costa, 462

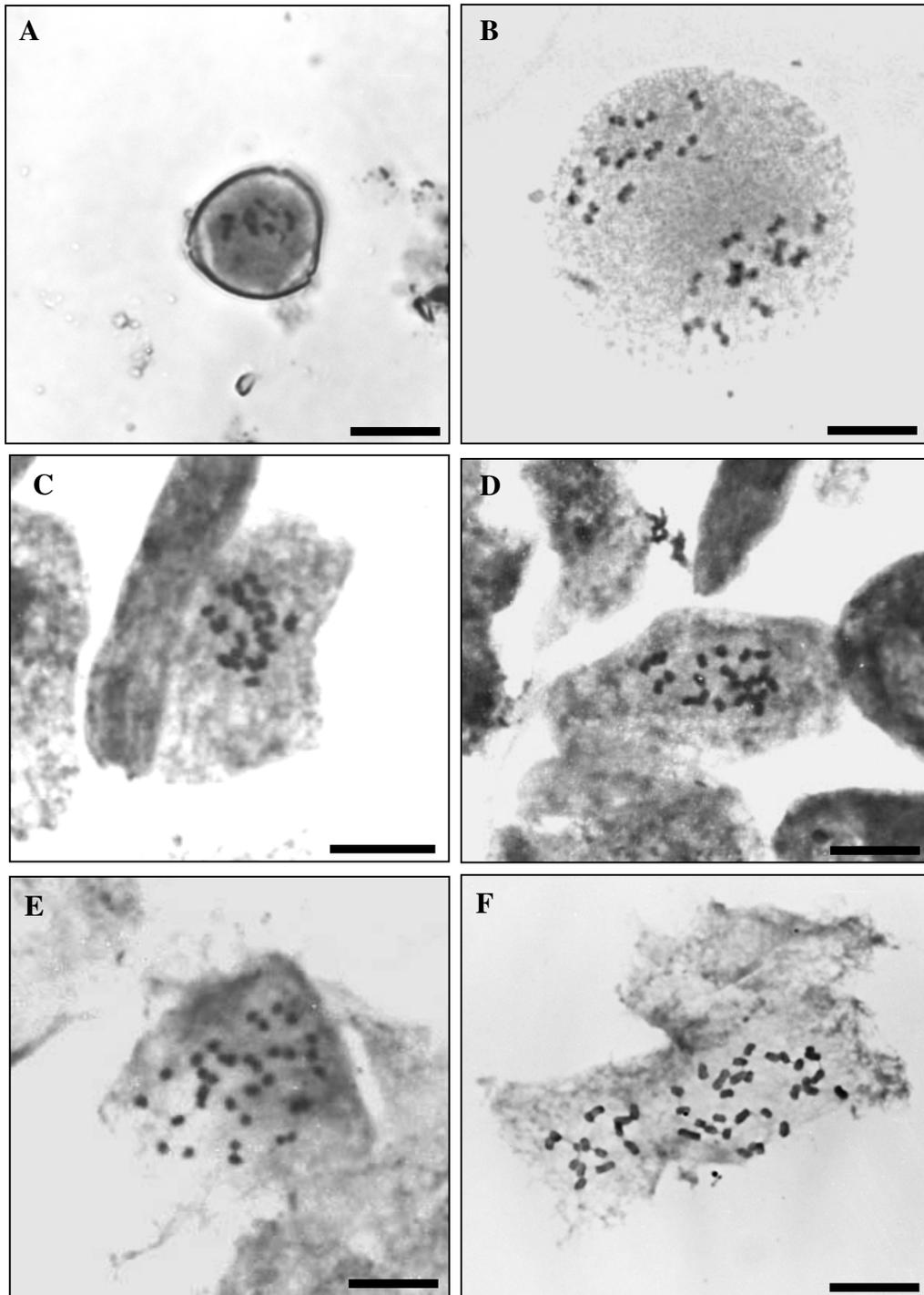
**Tabela 3.** Números cromossômicos em espécies neotropicais de Myrtaceae, subtribo Eugeniinae encontrados na literatura e registrados neste trabalho. (*n*) número cromossômico gamético e (*2n*) somático. (\*) registros inéditos para espécie e (\*\*) para gêneros.

Gênero / Espécies	<i>n</i>	<i>2n</i>	Referência
<b><i>Eugenia</i></b>			
<i>E. aurata</i> O. Berg	11	-	Forni-Martins & Martins 2000
	11	-	Este trabalho
<i>E. baruensis</i> (Jacq.) Jacq. (= <i>E. carthagenensis</i> Jacq.)	-	22	Moussel 1965 <i>in</i> I
<i>E. bimarginata</i> DC.	-	32	Forni-Martins & Martins 2000
<i>E. bracteata</i> Vell. (= <i>E. involucrata</i> Vell.)	11	22*	Este trabalho
<i>E. brasiliensis</i> L.	-	22*	Este trabalho
<i>E. costata</i> Cambess.	-	22	Moussel 1965 <i>in</i> II
<i>E. dysenterica</i> DC.	-	33*	Este trabalho
<i>E. frondosa</i> DC.	33	-	Mehra 1972 <i>in</i> III
<i>E. guabiju</i> O. Berg	-	24	Moussel 1965 <i>in</i> II
<i>E. hyemalis</i> DC.	-	22*, 44*	Este trabalho
<i>E. khasiana</i> Duthie	11	-	Mehra & Khosla 1969 <i>in</i> II
<i>E. klotzschiana</i> O. Berg	-	33*	Este trabalho
<i>E. kurzii</i> Duthie	33	-	Mehra & Khosla 1969 <i>in</i> II
<i>E. lilloana</i> Legr.	11	-	Coleman 1982
<i>E. mangifolia</i> Wall.	11	-	Mehra & Khosla 1969 <i>in</i> II
<i>E. michelli</i> Lam.	-	22	Bhaduri 1949 <i>in</i> I
<i>E. micrantha</i> (Kunth) DC.	-	44	Gill 1974 <i>in</i> III
<i>E. mosenii</i> O. Berg	11*		Este trabalho
<i>E. operculata</i> Roxb.	11	-	Gill 1974 <i>in</i> III
<i>E. pitanga</i> (O. Berg) Kiaersk.	-	22*, 44*	Este trabalho
<i>E. pardensis</i> O. Berg	-	22	Delay 1947 <i>in</i> I
<i>E. pluriflora</i> DC.	33	-	Andrade & Forni-Martins 1998
<i>E. puniceifolia</i> (Kunth) DC.	-	22*, 33*	Este trabalho
<i>E. pyriformes</i> L.	-	33*	Este trabalho

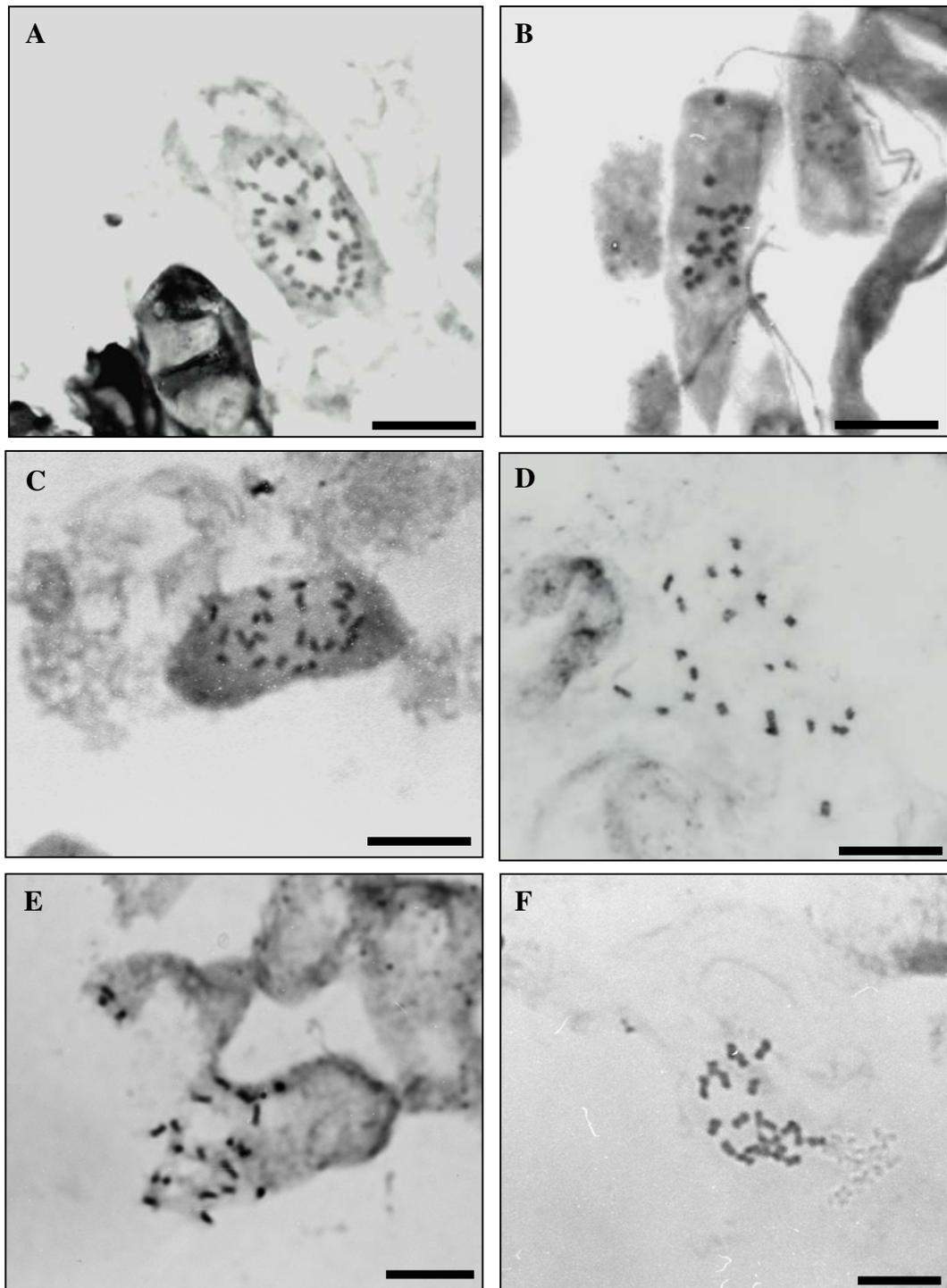
**Tabela 3.** (continuação)

<b>Gênero / Espécies</b>	<b>n</b>	<b>2n</b>	<b>Referência</b>
<i>E. ramosissima</i> Wall.	11	-	Mehra & Khosla 1969 <i>in</i> II
<i>E. revoluta</i> Griseb.	-	22	Gill 1974 <i>in</i> III
<i>E. sandwicensis</i> A. Gray	11	-	Carr 1978
<i>E. uniflora</i> L.	11	22, 33	Singhal <i>et al.</i> 1980, 1984, 1985
	11	22	Este trabalho
<i>E. uvalha</i> L.		22*	Este trabalho
<i>Eugenia</i> sp1	-	22*	Este trabalho
<i>Eugenia</i> sp2	-	22*	Este trabalho
<b>Myrcianthes</b>			
<i>M. cisplatensis</i> (Cambess.) O. Berg	-	22	Bernadello <i>et al.</i> 1990 <i>in</i> IV, V
<i>M. fragans</i> (Sw.) McVaugh		22	Landrum 1981
<b>Myrciaria</b>			
<i>M. delicatula</i> (DC.) O. Berg	-	22*	Este trabalho
<i>M. dubia</i> (Kunth) McVaugh	-	22	Uchuyama & Koyama 1993 <i>in</i> VI
<i>M. tenella</i> (DC.) O. Berg	-	22*	Este trabalho
<i>Myrciaria</i> sp	-	22*	Este trabalho
<b>Plinia</b>			
<i>P. cauliflora</i> L.	-	22**	Este trabalho
<i>P. glomerata</i> DC.	-	22**	Este trabalho

I: Bolsholovskh *et al.* (1961); II: Moore *et al.* (1977); III: Goldblatt (1981); IV: Goldblatt & Johnson (1990); V: Goldblatt & Johnson (1991); VI: Goldblatt & Johnson (1996).



**Figura 1.** Cromossomos meióticos e mitóticos em espécies de *Eugenia*. **A** - *E. aurata* ( $n=11$ ), **B** - *E. bracteata* ( $n=11$ ), **C** - *E. bracteata* ( $2n=22$ ), **D** - *E. brasiliensis* ( $2n=22$ ), **E** - *E. dysenterica* ( $2n=33$ ), **F** - *E. hyemalis*, pop 2 ( $2n=44$ ). Barra:  $5\mu\text{m}$ .



**Figura 2.** Cromossomos mitóticos de espécies de *Eugenia*, *Myrciaria* e *Plinia*. **A** - *E. pitanga*, pop 2 ( $2n=44$ ), **B** - *E. puniceifolia*, pop 1 ( $2n=22$ ), **C** - *E. uniflora* ( $2n=22$ ), **D** - *Myrciaria delicatula* ( $2n=22$ ), **E** - *M. tenella* ( $2n=22$ ), **F** - *Plinia cauliflora* ( $2n=22$ ). Barra:  $5\mu\text{m}$ .

**Estudos cromossômicos em *Gomidesia*, *Marlierea*, *Myrceugenia* e *Myrcia*  
(Myrtaceae, subtribo Myrciinae)**

*Itayguara Ribeiro da Costa*<sup>1,2</sup> & *Eliana Regina Forni-Martins*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal / Instituto de Biologia / UNICAMP;

autor para correspondência: itayguara@yahoo.com

<sup>2</sup>Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas, CxP 6109, 13083-970, Campinas, SP, Brasil

*Sumário.* Estudos cromossômicos em espécies de Myrtaceae, subtribo Myrciinae ocorrentes na região sudeste do Brasil foram realizados, objetivando contribuir para o conhecimento da família, mediante a determinação de números cromossômicos de algumas espécies, fornecendo subsídios para o entendimento da circunscrição e delimitação das mesmas. Foram realizadas contagens cromossômicas em 20 espécies, sendo 17 delas inéditos. O número cromossômico  $n=11$  /  $2n=22$  ocorreu em quase todas as espécies e gêneros analisados, com exceção das espécies poliplóides, *Gomidesia gaudichaudiana* e duas espécies de *Myrcia*, com  $2n=44$ . Com estes resultados, o conhecimento do número cromossômico foi ampliado de 2,0% (11 espécies) para 5,5% (30) das espécies pertencentes a subtribo Myrciinae. A ocorrência de  $n=11$  e  $2n=22$  em todas as espécies, distribuídas nos quatro gêneros analisados não subsidia o esclarecimento de dúvidas taxonômicas, como a distinção entre os gêneros *Myrcia*, *Marlierea* e *Gomidesia*. Apesar de menos freqüente em Myrciinae, a poliploidia parece ter um papel importante na evolução da família, ocorrendo em maiores proporções em Eugeniinae (22,5% das espécies de *Eugenia*) e Myrtilinae (50% das espécies).

*Palavras-chave:* Cromossomos, Myrciinae, Myrtaceae, Myrtoideae e Poliploidia.

A ser submetido ao Periódico *Kew Bulletin*

## INTRODUÇÃO

A família Myrtaceae encontra-se amplamente distribuída nas regiões tropicais e subtropicais do globo e regiões temperadas da Austrália (Cronquist 1981), com cerca de 3800 a 5800 espécies agrupadas em 130 gêneros (Wilson *et al.* 2001). De acordo com McVaugh (1968) é dividida em duas grandes subfamílias, Myrtoideae (caracterizada por apresentar frutos bacóides e filotaxia oposta) e Leptospermoideae (frutos capsulares e filotaxia alterna). Entretanto, Johnson & Briggs (1984) admitem a existência de outra subfamília, Chamelauciodeae (frutos drupáceos secos). Todos os representantes neotropicais de Myrtaceae estão inseridos na subfamília Myrtoideae, com distribuição em toda a América tropical e subtropical, com exceção do gênero monotípico *Tepualia* (Landrum & Kawasaki 1997). As espécies da subfamília Myrtoideae compõe uma única tribo, Myrteae (McVaugh 1968). De Candolle (1828 *in* McVaugh 1968) dividiu a tribo Myrteae em três subtribos (Eugeniinae, Myrciinae e Myrtilinae). Esta classificação ainda é aceita atualmente e é baseada na morfologia dos embriões: *Eugeniinae* (embriões globosos com radícula não evidente), *Myrciinae* (embriões com cotilédones foliáceos e radícula longa) e *Myrtilinae* (cotilédones reduzidos e radícula longa) (McVaugh 1956, Landrum & Kawasaki 1997).

Entre as subtribos, Myrciinae é a única exclusivamente neotropical (América). Por outro lado, Myrtilinae e Eugeniinae têm distribuição pantropical, alcançando o Mediterrâneo (Landrum 1981). Em análises filogenéticas recentes, baseadas nas seqüências dos genes ITS-1, ITS-2 e 5.8S rRNA do genoma nuclear, Lucas *et al.* (2004), indicaram que Myrciinae é monofilética, ao contrário das Myrtilinae e Eugeniinae, parafiléticas.

Em geral, as espécies da subtribo Myrciinae caracterizam-se por apresentar flores pentâmeras (tetrâmeras em *Myrceogenia*), isoladas, aos pares, colaterais, em racemos, tirso, tirsoídes ou panículas terminais ou subterminais. O botão floral é fechado abrindo-se pelo

destacamento de uma caliptra (*Calyptranthes*), ou pelo rompimento irregular dos lobos caliciniais (*Marlierea*), ou ainda pode ser aberto, com lobos caliciniais distintos antes da antese (*Myrcia*, *Gomidesia* e *Myrceugenia*). As sementes possuem testa variando de membranácea a cartácea e o embrião é do tipo mircióide (embrião com dois cotilédones separados e geralmente foliáceos, com uma longa radícula) (McVaugh 1956, Landrum & Kawasaki 1997).

#### *Histórico taxonômico e caracterização dos gêneros*

A circunscrição dos gêneros e espécies da subtribo Myrciinae, vêm ao longo do tempo sofrendo muitas modificações. Quando De Candolle (1828 in McVaugh 1968), caracterizou as subtribos com base na morfologia dos embriões, reconheceu apenas dois gêneros pertencentes a subtribo Myrciinae, *Calyptranthes* e *Myrcia*. Berg (1857), em seu tratamento para a flora de Myrtaceae do Brasil, aceitou os gêneros anteriormente citados, porém modificou a circunscrição das Myrciinae com a adição de oito novos gêneros (*Aulomyrcia*, *Calyptromyrcia*, *Cerquiarea*, *Eugeniopsis*, *Gomidesia*, *Marlierea*, *Myrceugenia* e *Rubachia*). Grande parte destes gêneros encontra-se atualmente sinonimizada (Tabela 1). McVaugh (1968), agrupou toda a família em seis grandes grupos, reconhecendo apenas seis dos gêneros descritos por Berg (1857-1859) como “gêneros mircióides”, aceitando o gênero *Nothomyrcia* Kausel (hoje *Myrceugenia*). Briggs & Johnson (1979) acrescentaram a “Myrcia alliance” o gênero *Mitranthes*. Recentemente, Landrum & Kawasaki (1997) elaboraram uma sinopse dos gêneros de Myrtaceae no Brasil, considerando apenas três, *Calyptranthes*, *Myrceugenia* e *Myrcia*, este último incluindo *Marlierea* e *Gomidesia* (Tabela 1).

O gênero *Myrceugenia* O. Berg apresenta flores tetrâmeras com cálice aberto, ovário 2-4-locular com 2 a 20 óvulos por lóculo. Segundo McVaugh (1968), este gênero evoluiu de maneira diferente dos demais gêneros mircióides, com características inerentes às Eugeniinae, porém com

embrião mircióide, sendo considerado por Landrum (1981) o gênero mais primitivo da subtribo Myrciinae e sem posição filogenética definida (Landrum 1981, Lucas *et al.* 2004). Encontra-se distribuído principalmente no sul-sudeste do Brasil (a espécie *M. alpigena* (DC.) Landrum atingindo a Bahia e o Distrito federal), até o sul do Chile, totalizando cerca de 40 espécies em dois grupos distintos, um com ocorrência no sul e sudeste do Brasil (distribuição Leste) e outro no Chile, ao longo da Cordilheira dos Andes (distribuição Oeste) (Landrum 1981). Somente no Brasil são encontradas cerca de 29 espécies (Landrum 1981, Landrum & Kawasaki 1997).

O gênero *Myrcia* DC. ex Guill. *sensu* Landrum & Kawasaki (1997) é o maior gênero da subtribo Myrciinae, com aproximadamente 400 espécies distribuindo-se desde o México e Caribe até o norte da Argentina (Landrum & Kawasaki 1997). Inclui espécies com inflorescências paniculadas e flores pentâmeras e, de acordo com Landrum & Kawasaki (1997), a distinção entre os gêneros *Marlierea*, *Gomidesia* e *Myrcia* é bastante complexa, pois leva em consideração apenas algumas características florais, como o grau de fusão do hipanto e a deiscência das anteras. Na conceituação de Berg (1857) e McVaugh (1968), as espécies de *Marlierea* Camb. caracterizam-se por apresentar botões florais fechados com antese ocorrendo por meio de um rompimento no sentido longitudinal, enquanto as espécies de *Gomidesia* O. Berg. apresentam o cálice pentâmero e as anteras tetraloculares, com sacos polínicos em níveis diferentes, com deiscência do tipo sigmóide. McVaugh (1968) aceitou a separação de *Marlierea* e *Gomidesia* de *Myrcia*. Entretanto, considerou arbitrária a separação de *Myrcia* e *Marlierea* somente pelo grau de concrecência do hipanto e ruptura do botão floral; o tipo de antera de *Gomidesia* (deiscência sigmóide) foi considerado a única característica consistente pra diferenciá-lo de *Myrcia* (deiscência rimosa). No entanto, as relações entre *Marlierea* e *Myrcia* ainda não se encontram bem definidas, enquanto *Gomidesia* mostra-se monofilético (Lucas *et al.* 2004).

### *Estudos cromossômicos*

No geral, a família Myrtaceae apresenta pequena variação no número cromossômico, observando-se  $n=11$  na maioria dos gêneros, pertencente às diferentes subfamílias e tribos (Rye 1979). A grande maioria dos estudos cromossômicos em Myrtaceae foi realizada com espécies australianas (subfamílias Leptospermoideae e Chamaleucioideae), para as quais Atchinson (1947) determinou o número cromossômico de 47 espécies introduzidas e cultivadas na Califórnia (sendo a grande maioria espécies de *Eucalyptus*), enquanto Rye (1979) analisou 150 espécies da região oeste da Austrália. Apesar de os estudos cromossômicos na subfamília Myrtoideae abrangerem um número não significativo de espécies, pode-se perceber que a poliploidia é um processo evolucionário importante, com citação de inúmeras espécies e citótipos com números múltiplos de  $x=11$  (Atchinson 1947, Costa 2004, Rye 1979). Costa & Forni-Martins (2004a) levantaram a hipótese de que a dificuldade de identificação das mirtáceas brasileiras pode ser atribuída à especiação decorrente de hidridação e poliploidia, com o surgimento de tipos reombinantes, apresentando características intermediárias entre os taxa originais.

Na subtribo Myrciinae existem relatos de números cromossômicos para apenas 12 espécies em três gêneros: *Myrcia*, *Myrceugenia* e *Luma*. Este último não apresenta limites definidos, com características do embrião em parte inerente às Eugeniinae, e em parte às Myrciinae, sendo considerado por Landrum (1981) como o mais primitivo da família. Forni-Martins & Martins (2000) determinaram o número cromossômico gamético ( $n$ ) em duas espécies de Myrciinae, *Myrcia bella* e *M. lingua*, ambas com  $n=11$ , sendo esses os primeiros registros de números cromossômicos para o gênero. Landrum (1981), em sua revisão de *Myrceugenia* para os neotrópicos determinou o número cromossômico para seis espécies brasileiras (*M. bracteosa*, *M. brevipedicelata*, *M. euosma*, *M. miersiana*, *M. ovata* var. *gracilis* e *M. pilotantha* var. *major*) e uma chilena (*M. exsucca*), encontrando exclusivamente os números  $n=11$  e  $2n=22$ . Além destas,

apenas outras duas espécies, *M. fernandeziana* e *M. schultzei*, ambas espécies chilenas e com número gamético  $n=11$ , foram estudadas por Sanders *et al.* (1983). Para *Luma apiculata*, Landrum (1981) encontrou  $2n=22$  e  $n=10$  foi registrado por Tschishow (1956 *in* Landrum 1986). Não existem relatos de estudos cromossômicos para os gêneros *Calyptranthes*, *Marlierea* e *Gomidesia*.

McVaugh (1956) considerou as Myrtaceae americanas um grupo taxonomicamente complexo, necessitando de muitos estudos sistemáticos. Barroso (1991) também alertou para a necessidade de levantamentos regionais aliados a estudos de biosistemática, com o objetivo de delimitar os taxa com maior exatidão. Dentro da Biosistemática, a Citotaxonomia tem subsidiado estudos taxonômicos e evolutivos em inúmeros grupos taxonômicos, em diferentes níveis hierárquicos (██████ 1991).

Este trabalho objetiva caracterizar, por meio da determinação de números cromossômicos, algumas espécies de Myrciinae, visando contribuir para uma melhor delimitação de seus táxons.

#### MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas 19 espécies da subtribo Myrciinae (Myrtaceae) ocorrentes em diferentes formações campestres (cerrado *s.s.*, campos rupestres) e florestais (floresta atlântica, floresta semidecídua, mata de galeria) na região sudeste do Brasil (Tabela 2). As espécies ou populações foram selecionadas de acordo com a disponibilidade de material para estudos cromossômicos (botões florais e frutos com sementes). As espécies foram primeiramente identificadas por meio de bibliografia especializada e comparações de herbário e, posteriormente, confirmadas por especialistas (Prof. Marcos Sobral – UFMG e MSc. Eve Lucas - RBG-Kew). Foi seguida a conceituação dos gêneros de acordo com Berg (1857) e McVaugh (1968), que consideraram os gêneros *Marlierea* e *Gomidesia* como gêneros válidos. Materiais-testemunho das espécies coletadas encontram-se depositados no Herbário UEC (Universidade Estadual de Campinas).

Para observação das células em meiose, botões florais em diversos estádios de maturação foram fixados em solução de Carnoy (3:1, etanol:ácido acético). Após um mínimo de 24 horas, estes foram transferidos para álcool 70% e armazenados no freezer. As preparações citológicas foram obtidas através do esmagamento das anteras em carmim acético 1,2% seguindo a metodologia de Medina & Conagin (1964).

Na análise mitótica, as sementes coletadas foram germinadas em câmara germinadora a uma temperatura de 28 a 30°C. Os ápices radiculares foram pré-tratados em 8-hidroxiquinoleína a 0,002M por cerca de 24 horas a 8°C. Após o pré-tratamento, as raízes foram fixadas em Carnoy e transferidas para álcool 70% sendo mantidas no freezer até a preparação das lâminas. As lâminas para observação das metáfases mitóticas foram preparadas de acordo com a técnica de Giemsa, descrita por Guerra (1983). A análise das lâminas foi feita através de microscópio óptico comum e as células em condições adequadas de espalhamento e contração cromossômica foram documentadas em fotomicroscópio.

## RESULTADOS

Foi determinado o número cromossômico para 19 espécies, sendo 17 (89,5%) deles registros provavelmente inéditos, inclusive para os gêneros *Gomidesia* e *Marlierea* (Tabela 3, Fig. 1). No gênero *Gomidesia*, três das quatro espécies analisadas apresentaram nível diplóide com  $n=11$  e  $2n=22$  e uma única espécie poliplóide, *G. gaudichaudiana*, com  $2n=44$  (Tabela 3). No gênero *Marlierea*, foram encontradas três espécies no nível diplóide ( $n=11$  em *M. clauseniana* e  $2n=22$  em *M. tomentosa* e *M. warmingiana*) (Tabela 2, Fig. 1). Em *Myrceugenia*, foi registrado  $n=11$  em *M. ovata* e  $2n=22$  em *M. myrcioides* (Tabela 3). Para o gênero *Myrcia* foi registrado nível diplóide com  $n=11$  em quatro espécies e  $2n=22$  em sete espécies, além de duas espécies poliplóides, com  $2n=44$  (Tabela 3, Fig. 2). Em apenas duas espécies, *M. bella* e *M.*

*fallax*, foi possível confirmar tanto o número gamético ( $n=11$ ) quanto o número somático ( $2n=22$ ) (Tabela 3, Fig. 2).

## DISCUSSÃO

De acordo com estimativas de Landrum & Kawasaki (1997), incluindo os gêneros *Gomidesia* e *Marlierea* em *Myrcia*, a subtribo Myrciinae possui cerca de 540 espécies no Brasil. Destas apenas 12 espécies (2,2%) tinham seu número cromossômico conhecido. Com os resultados deste trabalho, esta percentagem foi elevada para cerca 5,5% (30 espécies) (Tabela 3). Os gêneros *Gomidesia* e *Marlierea*, eram, até agora, desconhecidos do ponto de vista cromossômico (Tabela 3).

Foi observada constância dos números cromossômicos  $n=11$  e  $2n=22$  em todas as espécies e gêneros analisados, com exceção das espécies poliplóides, todas com números múltiplos de  $x=11$ . Estes resultados confirmam o número cromossômico básico proposto para a família Myrtaceae,  $x=11$  (Atchinson 1947, Raven 1975); no entanto, vale ressaltar que estes autores basearam-se principalmente em espécies das subfamílias Leptospermoideae e Chamelaucioideae, visto que poucas espécies de Myrtoideae haviam sido até então analisadas.

O número cromossômico básico em Myrtaceae, vai de encontro ao das demais famílias pertencentes à atual circunscrição da ordem Myrtales (APG 2003). De acordo com Costa & Forni-Martins (2004a), no geral, famílias filogeneticamente próximas de Myrtaceae, como Vochysiaceae, além de Heteropixidaceae, apresentam semelhança/constância de números cromossômicos, com grupos de espécies com  $n=11 / 2n=22$  e  $n=12 / 2n=24$ , enquanto famílias mais distantes apresentam outros números cromossômicos básicos como  $x=8, 9, 10$  e  $13$  (Costa 2004a).

Para *Myrceugenia*, já existiam registros para nove espécies, sendo seis brasileiras e três chilenas (Landrum 1981, Sanders *et al.* 1983), todas apresentando nível diplóide com  $n=11$  e/ou

2n=22 (Tabela 3). Neste estudo, esses números foram confirmados em duas espécies. Em *M. ovata*, n=11 já havia sido relatado por Landrum (1981) para a variedade *gracilis*, a mesma utilizada no presente estudo. Por outro lado, o registro de 2n=22 em *M. myrcioides* (provavelmete para a variedade *myrcioides*) é inédito. Não foram, até o presente momento, registradas espécies poliplóides neste gênero.

Tanto em *Marlierea* (três espécies) como em *Gomidesia* (três espécies), todas as espécies analisadas apresentaram nível diplóide com também n=11 e/ou 2n=22 (Tabela 3, Fig. 1). Exceção foi feita apenas para *Gomidesia gaudichaudiana*, com 2n=44, espécie com distribuição restrita a Cadeia do Espinhaço, no estado de Minas Gerais.

No gênero *Myrcia*, o número gamético n=11 para *M. bella* e *M. lingua* já havia sido anteriormente registrado por Forni-Martins & Martins (2000), sendo agora confirmado em células mitóticas com 2n=22 (Tabela 3, Fig. 2). O mesmo número cromossômico (n=11/2n=22) foi encontrado distribuído entre as demais nove espécies estudadas, com exceção de duas espécies poliplóides com 2n=44, ainda não identificadas ao nível de espécie (Tabela 3, Fig. 2).

A ocorrência de espécies poliplóides dentro da subtribo Myrciinae, embora em poucas espécies, confirma as afirmações de Rye (1979) sobre a poliploidia ser um evento freqüente em Myrtoideae, também ressaltado por Costa & Forni-Martins (2004a). A poliploidia parece ter um papel importante na evolução das Myrtoideae (Andrade & Forni-Martins 1998, Atchinson 1947, Costa & Forni-Martins 2004a, Rye 1979). De acordo com Costa & Forni-Martins (2004a) a freqüência de espécies poliplóides nas outras subtribos é bem superior. Em Eugeniinae, cerca de 22,5% das espécies de *Eugenia* apresentam algum nível de poliploidia e na subtribo Myrtilinae, cerca de 50% das espécies já estudadas são poliplóides, com destaque o gênero *Psidium* com 75% de suas espécies poliplóides (Costa & Forni-Martins 2004b).

A constância do número cromossômico e o pequeno tamanho dos mesmos (Atchinson 1947, Costa 2004, Forni-Martins & Martins 2000, Rye 1979, Viajayakumar & Subramanian 1985), dificultam quaisquer considerações taxonômicas dentro da família Myrtaceae, subfamília Myrtoideae. A ocorrência de  $n=11$  e  $2n=22$  em todas as espécies, distribuídas nos quatro gêneros analisados, não subsidia o esclarecimento de dúvidas taxonômicas, como a distinção entre os gêneros *Myrcia*, *Marlierea* e *Gomidesia*, sugerido por diversos autores (Legrand 1958, 1962, McVaugh 1968, Barroso 1991) nem com a unificação dos mesmos (Landrum & Kawasaki 1997). A ocorrência de espécies poliplóides nos diferentes gêneros dentro da subtribo Myrciinae, como *Myrcia* e *Gomidesia*, em meio a outras espécies diplóides, não parece ter valor como caráter taxonômico (em nível genérico). Esta constatação contraria as expectativas de Landrum (1981), de que alguns desses gêneros pudessem ser diferenciados pelo nível de ploidia. Espécies poliplóides foram relatadas em Myrtoideae por diversos autores (Atchinson 1947, Costa 2004, Forni-Martins & Martins 2000, Rye 1979). Recentemente, Costa & Forni-Martins (2004a) realizaram estudos em várias espécies na subtribo Eugeniinae, encontrando espécies e citótipos poliplóides em *Eugenia* ( $2n=22$ , 33 e 44). Entretanto, essa poliploidia não pode ser associada a caracteres morfológicos ou de distribuição geográfica dessas espécies ou populações, à exceção dos citótipos de *E. hyemalis* ( $2n=22$  e 44).

Ao contrário, na subfamília Leptospermoideae são conhecidos variados números cromossômicos (Rye 1979) como nos gêneros *Actinodium* ( $n=6$ ), *Beaufortia* ( $n=8$ , 10), *Darwinia* ( $n=6$ , 9, 12, 14), *Verticordia* ( $n=6$ , 7, 8, 9, 11, 12, 16, 22) e *Thryptomene* ( $n=9$ , 10, 11 e 22) e que podem ser avaliados como caracteres taxonômicos. Apesar de menos freqüente na subfamília Leptospermoideae, a poliploidia intragenérica foi observada por Rye (1979) nos gêneros *Calytrix* ( $n=11$ , 22 e  $2n=22$ , 44), *Chamelaucium* ( $n=11$ , 22 e  $2n=22$ , 44, 66), *Darwinia* ( $n=6$ , 7, 12, 14 e  $2n=12$ , 14, 24, 28) e *Verticordia* ( $n=8$ , 9, 11, 16, 22 e  $2n=16$ , 18, 22, 32, 44). Brighton &

Ferguson (1976), também encontraram espécies poliplóides em *Melaleuca*, com número diplóide variando de  $2n= 22, 33, 44$  e  $66$  cromossomos. Nas espécies da subfamília Leptospermoideae, a variação numérica por disploidia é predominante (Atchinson 1947, Rye 1979).

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de estudos de Itayguara R. Costa e financiamento deste trabalho (proc. 01/13169-6) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Pesquisa de Eliana Regina-Forni Martins. Aos pesquisadores Cátia Urbanetz, Christiano F. Verola pela doação de material de algumas das espécies estudadas. A K. Matsumoto pelas sementes e fotos de espécies de *Marlierea*. A Eve Lucas (RBG Kew) e Marcos Sobral (UFMG) pela identificação das espécies.

#### REFERÊNCIAS

- Andrade, F. G. & Forni-Martins, E. R. (1998). Estudos cromossômicos em espécies de *Myrtaceae*. *Genetics and Molecular Biology* 21(3 – Suppl.): 166.
- Angiosperm Phylogeny Group (APG). (2003). An update of Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.
- Atchinson, E. (1947). Chromosome numbers in the Myrtaceae. *American Journal of Botany* 34: 159-164.
- Barroso, G. M. (1991). Myrtaceae. Páginas 114-126. In: *Sistemática de Angiospermas do Brasil*. Vol. II. UFV, Imprensa universitária. Viçosa, MG
- Berg, O. K. (1857). Myrtaceae. In Martius, K. P. von, A .G. Eichler & I. Urban – *Flora Brasiliensis* 14(1): 1-655.
- Briggs, B. G. & Johnson, L. A. S. (1979). Evolution in the Myrtaceae: evidence from inflorescence structure. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales* 102 155-256.

- Brighton, C. A. & Ferguson, I. K. (1976). Chromosome counts in the genus *Melaleuca* (Myrtaceae). *Kew Bulletin* 31(1): 27-33.
- Costa, I. R. & Forni-Martins, E. R. (2004a). Estudos cromossômicos em *Eugenia* L., *Myrciaria* O. Berg e *Plinia* L. (Myrtaceae, subtribo Eugeniinae) no sudeste do Brasil. *Australian Journal of Botany* (a submeter).
- Costa, I. R. & Forni-Martins, E. R. (2004b). Estudos cromossômicos nos gêneros *Campomanesia* Ruiz et Pávon e *Psidium* L. (Myrtaceae, subtribo Myrtilinae) no sudeste do Brasil. *Caryologia* (a submeter).
- Costa, I. R. (2004). Estudos cromossômicos em espécies de Myrtaceae Juss. no sudeste do Brasil. Tese de Mestrado. Instituto de Biologia. UNICAMP. Campinas, SP
- Cronquist, A. (1981). An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. New York
- Forni-Martins, E. R. & Martins, F. R. (2000). Chromosome studies on Brazilian cerrado plants. *Genetics and Molecular Biology* 23(4): 947-955.
- Guerra, M. (1983). O uso do Giemsa em citogenética vegetal – comparação entre a coloração simples e o bandamento. *Ciência e Cultura* 35: 190-193.
- Johnson, L. A. S., Briggs, B. G. (1984). Myrtales and Myrtaceae – a phylogenetic analysis. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 71 700-756.
- Landrum, L. (1981). A monograph of the genus *Myrceugenia* (Myrtaceae). *Flora Neotropica* 29: 1-137.
- Landrum, L. (1986). *Campomanesia, Pimenta, Blepharocalyx, Legrandia, Acca, Myrrhinium* and *Luma* (Myrtaceae). *Flora Neotropica* 45(4): 1-178.
- Landrum, L. R. & Kawasaki, M. L. (1997). The genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic and identification keys. *Brittonia* 49(4):508-536.
- Legrand, C. D. (1958). Las especies tropicales del género *Gomidesia* (Myrtaceae). *Comun. Bot. Mus. Hist. Nat. Montevideo* 3(37): 1-30.
- Legrand, C. D. (1962). Sinopsis de las especies de *Marlierea* del Brasil (Myrtaceae). *Comun. Bot. Mus. Hist. Nat. Montevideo* 3(40): 1-39.
- Lucas, E., Belsham, S., NicLughada, E., Orlovich, D., Sakuragui, C., Chase, M., Wilson, P. G. (2004). Phylogenetics patterns in the fleshy-fruited Myrtaceae – preliminary molecular evidence. *Plant systematics and Evolution* (prelo).

- McVaugh R. (1956). Tropical American Myrtaceae. Notes on generic concepts and descriptions of previously unrecognized species. *Fieldiana: Botany* 29(3).
- McVaugh, R. (1968). The genera of American Myrtaceae – An interim report. *Taxon* 17: 354-418.
- Medina, D. M. & Conagin, C. H. T. M. (1964). Técnica citológica. Publicação no. 2610, Instituto Agronômico, Campinas.
- Raven, P. (1975). The bases of Angiosperm Phylogeny: Cytology. *Annals of the Missouri Botanic Garden* 62: 724-764.
- Rye, B. (1979). Chromosome number variation in the Myrtaceae and its taxonomic implications. *Aust. J. Bot.* 27: 547-573.
- Sanders, R. G., Stuessy, T. F. & Rodríguez, R. (1983). Chromosome numbers from the flora of the Juan Fernandez Islands. *American Journal of Botany* 70(6): 799-810.
- Vijayakumar, N & Subramanian, D. (1985). Cytotaxonomical studies in South Indian Myrtaceae. *Cytologia* 50: 513-520.
- Wilson, P. G., O'Brien, M. M., Gadek, P. A., Quinn, C. J. (2001). Myrtaceae revisited: a reassessment of intrafamilial groups. *American journal of Botany* 88: 2013-2025.

TABELA 1. Circunscrição dos gêneros da subtribo Myrciinae. Alguns dos gêneros descritos ou reconhecidos por Berg apresentam as sinonímias entre parênteses.

De Candolle (1828)	Berg (1857) “Subtribo Myrcioideae”	McVaugh (1968) “Gêneros Myrcióides”	Briggs & Johnson (1979) “ <i>Myrcia alliance</i> ”	Landrum & Kawasaki (1997) (Gêneros brasileiros)
	<i>Aulomyrcia</i> O. Berg (sinônimo de <i>Myrcia</i> )			
<i>Calyptranthes</i> Sw.	<i>Calyptranthes</i> Sw.	<i>Calyptranthes</i> Sw.	<i>Calyptranthes</i> Sw.	<i>Calyptranthes</i> Sw.
	<i>Calyptromyrcia</i> O. Berg. (sinônimo de <i>Myrcia</i> )			
	<i>Cerquierea</i> O. Berg (sinônimo de <i>Gomidesia</i> )		<i>Mitranthes</i> O. Berg	
	<i>Eugeniopsis</i> O. Berg (sinônimo de <i>Marlierea</i> )			
	<i>Gomidesia</i> O. Berg	<i>Gomidesia</i> O. Berg	<i>Gomidesia</i> O. Berg	Incluído em <i>Myrcia</i> DC.
	<i>Marlierea</i> Cambess.	<i>Marlierea</i> Cambess.	<i>Marlierea</i> Cambess.	Incluído em <i>Myrcia</i> DC.
	<i>Myrceugenia</i> O. Berg	<i>Myrceugenia</i> O. Berg	<i>Myrceugenia</i> O. Berg	<i>Myrceugenia</i> O. Berg
<i>Myrcia</i> DC.	<i>Myrcia</i> DC.	<i>Myrcia</i> DC.	<i>Myrcia</i> DC.	<i>Myrcia</i> DC.
	<i>Rubachia</i> O. Berg. (sinônimo de <i>Marlierea</i> )	<i>Nothomyrcia</i> Kausel (sinônimo de <i>Myrceugenia</i> )	<i>Nothomyrcia</i> Kausel (sinônimo de <i>Myrceugenia</i> )	

TABELA 2. Espécies analisadas, com respectivos locais de coleta, tipo de ambiente onde ocorrem e números de coletor.

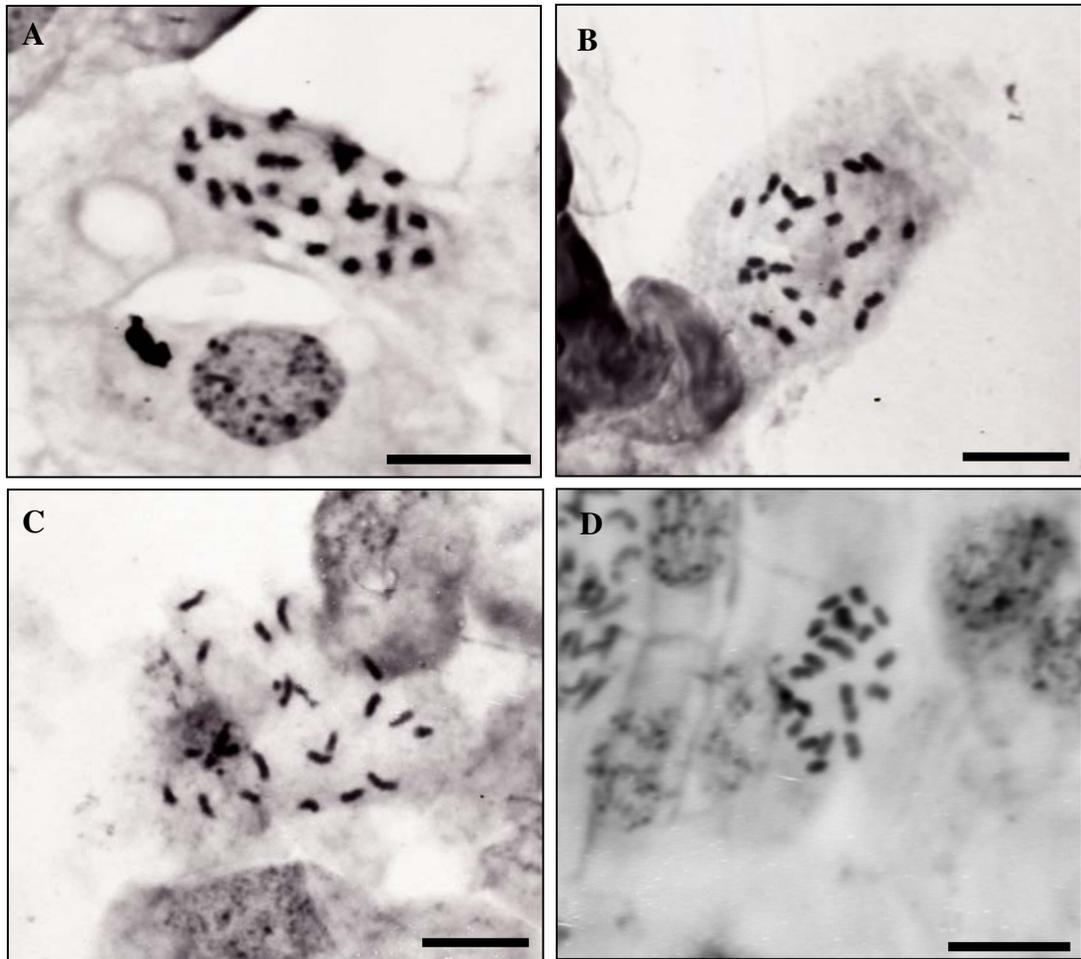
<b>Gênero / Espécie</b>	<b>Estado, Município, Localidade, ambiente</b>	<b>Coletor</b>
<b><i>Gomidesia</i></b>		
<i>G. eriocalyx</i> (DC.) O. Berg	MG, Conceição do Mato Dentro, Serra do Cipó, campo rupestre	C. F. Verola, 46
<i>G. gaudichaudiana</i> O. Berg	MG, Conceição do Mato Dentro, Serra do Cipó, campo rupestre	I. R. Costa, 448
<i>G. spectabilis</i> (DC.) O. Berg	SP, Sete Barras, Parque Ecológico de Carlos Botelho (PECB), floresta atlântica	I. R. Costa, 520
<i>Gomidesia</i> sp	SP, Atibaia, APA Pedra Grande, afloramento rochoso	I. R. Costa, 481
<b><i>Marlierea</i></b>		
<i>M. clauseniana</i> (O. Berg) Kiaerskou	MG, Conceição do Mato Dentro, Serra do Cipó, campo rupestre	I. R. Costa, 451
<i>M. tomentosa</i> Cambess.	SP, Ubatuba, Núcleo Picinguaba, floresta atlântica	K. Matsumoto, 800
<i>M. warmingiana</i> Kiaerskou	SP, Ubatuba, Núcleo Picinguaba, floresta atlântica	K. Matsumoto, 836
<b><i>Myrceugenia</i></b>		
<i>M. myrcioides</i> (Cambess.) O.Berg	MG, Camanducaia, Monte Verde, floresta altimontana	I. R. Costa, 474
<i>M. ovata</i> Landrum	MG, Camanducaia, Monte Verde, floresta altimontana	I. R. Costa, 475
<b><i>Myrcia</i></b>		
<i>M. bella</i> Cambess.	SP, Itirapina, Estação Experimental de Itirapina (EE Itirapina), cerrado s.s.	I. R. Costa, 423

TABELA 2 (continuação)

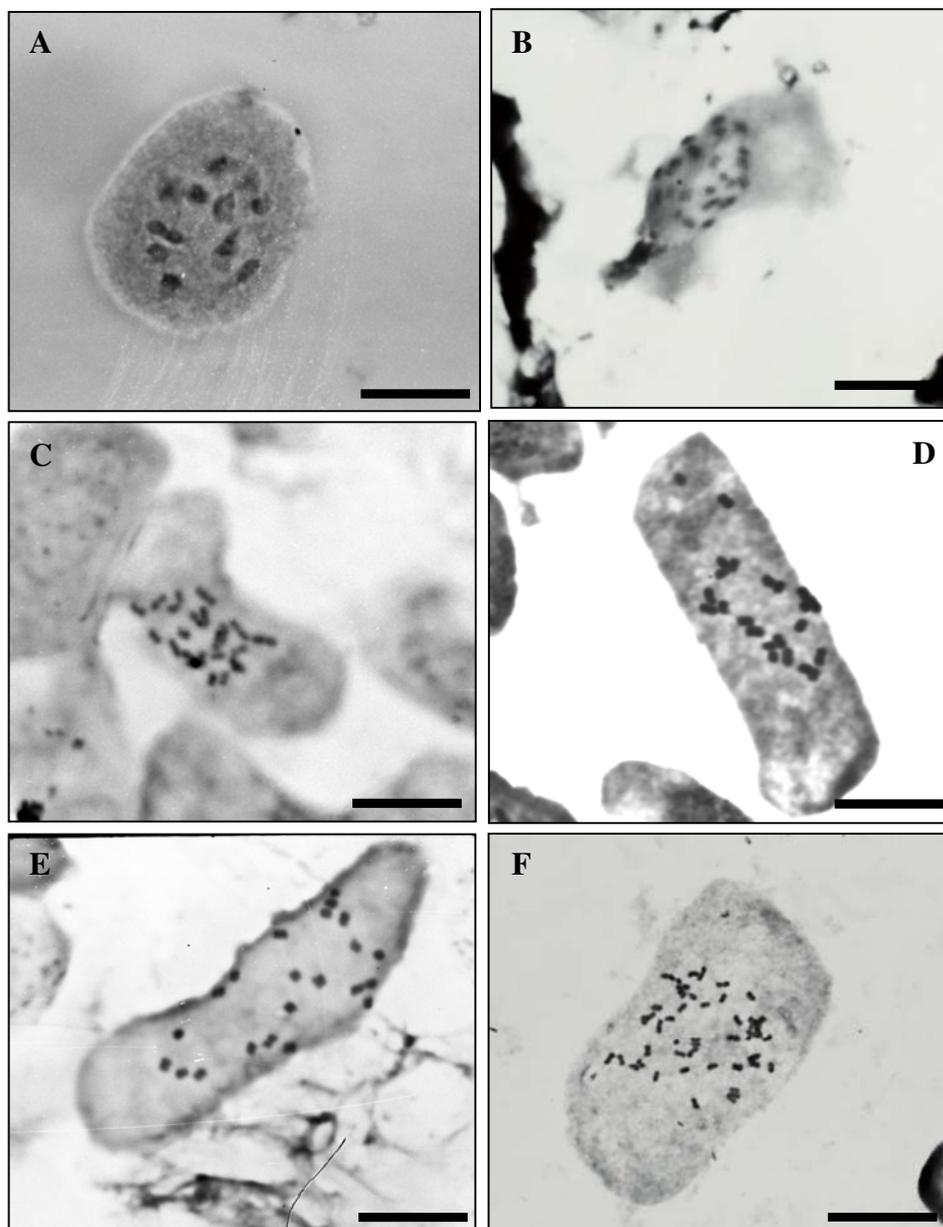
<b>Gênero / Espécie</b>	<b>Estado, Município, Localidade, ambiente</b>	<b>Coletor</b>
<i>M. fallax</i> (Rich.) DC.	SP, Atibaia, APA Pedra Grande, afloramento rochoso	I. R. Costa, 460
<i>M. guianensis</i> Aubl.	MG, Conceição do Mato Dentro, Serra do Cipó, campo rupestre	I. R. Costa, 441
<i>M. laruotteana</i> Cambess.	SP, Itirapina, EE Itirapina, cerrado s.s.	I. R. Costa, 466
<i>M. lingua</i> O. Berg	SP, Itirapina, EE Itirapina, cerrado s.s.	I. R. Costa, 430
<i>M. multiflora</i> (Lam.) DC.	SP, Atibaia, APA Pedra Grande, afloramento rochoso	I. R. Costa, 479
<i>M. rufipes</i> DC.	SP, Itirapina, EE Itirapina, cerrado s.s.	I. R. Costa, 424
<i>M. tomentosa</i> (Aublet) DC.	SP, Mogi Guaçu, Estação Ecológica de Mogi Guaçu (EE Mogi Guaçu), cerrado s.s.	I. R. Costa, 433
<i>M. torta</i> DC.	MG, Conceição do Mato Dentro, Serra do Cipó, campo rupestre	I. R. Costa, 445
<i>M. variabilis</i> DC.	MG, Conceição do Mato Dentro, Serra do Cipó, campo rupestre	I. R. Costa, 456
<i>Myrcia sp1</i>	MG, Conceição do Mato Dentro, Serra do Cipó, campo rupestre	C. F. Verola, 33
<i>Myrcia sp3</i>	SP, Ubatuba, Núcleo Picinguaba, floresta atlântica	K. Matsumoto, 833
<i>Myrcia sp5</i>	RJ, Rezende, Parque Nacional do Itatiaia, floresta atlântica	L. Freitas, 897
<i>Myrcia sp6</i>	MG, Ouro Preto, Pico do Itacolomi, floresta de galeria	K. Matsumoto, 776

TABELA 3. Número cromossômico gamético ( $n$ ) e diplóide ( $2n$ ) de espécies de Myrtaceae, subtribo *Myrciinae*. (\*) Registro inéditos para espécies e (\*\*) para gêneros. (-) não analisado.

Gênero Espécie	$n$	$2n$	Referência
<b>Gomidesia</b>			
<i>G. eriocalyx</i> O.Berg	-	22**	Este estudo
<i>G. gaudichaudiana</i> O. Berg	-	44**	Este estudo
<i>G. spectabilis</i> O. Berg	11**	-	Este estudo
<i>Gomidesia</i> sp	-	22**	Este estudo
<b>Luma</b>			
<i>Luma apiculata</i> (A. P de Candolle) Burret		22	Landrum 1981
<b>Marlierea</b>			
<i>M. clauseniana</i> (O. Berg) Kiaerskou	11**	-	Este estudo
<i>M. tomentosa</i> Cambes.	-	22**	Este estudo
<i>M. warmingiana</i> Kiaerskou	-	22**	Este estudo
<b>Myrceugenia</b>			
<i>M. bracteosa</i> (A. P. de Candolle) Legrand et Kausel	-	22	Landrum 1981
<i>M. brevipedicelata</i> (Burret) Legrand et Kausel	11	-	Landrum 1981
<i>M. euosma</i> (O. Berg) Legrand	-	22	Landrum 1981
<i>M. exsucca</i> (A. P. de Candolle) Berg	-	22	Landrum 1981
<i>M. fernandeziana</i> (Hooker et Arnolt) Johow	11	-	Sanders <i>et al.</i> 1983
<i>M. miersiana</i> (Gardner) Legrand et Kausel	-	22	Landrum 1981
<i>M. myrcioides</i> (Cambessèdes) Berg (cf. <i>var. myrcioides</i> )	-	22*	Este estudo
<i>M. ovata</i> Landrum (cf. <i>var. gracilis</i> )	11*	-	Este estudo
<i>M. ovata var. gracilis</i> (Burret) Landrum	11	22	Landrum 1981
<i>M. pilotantha var. major</i> (Legrand) Landrum	11	-	Landrum 1981
<i>M. schultzei</i> Johow	11	-	Sanders <i>et al.</i> 1983
<b>Myrcia</b>			
<i>M. bella</i> Cambess.	11	22*	Este estudo
	11	-	Forni-Martins & Martins 2000
<i>M. fallax</i> (Rich.) DC.	11*	-	Este estudo
<i>M. formosiana</i> DC.	-	22*	Este estudo
<i>M. laruotteana</i> Cambess.	-	22*	Este estudo
<i>M. lingua</i> DC.	11	22*	Este estudo
	11	-	Forni-Martins & Martins 2000
<i>M. rostrata</i> DC.	11*	-	Este estudo
<i>M. multiflora</i> (Lam.) DC.		22*	
<i>Myrcia</i> sp1	-	22*	Este estudo
<i>Myrcia</i> sp3	-	44*	Este estudo
<i>Myrcia</i> sp5	-	44*	Este estudo
<i>Myrcia</i> sp6	-	22*	Este estudo



**Figura 1.** Cromossomos em espécies de *Gomidesia* e *Marlierea* (subtribo Myrciinae). A- *Gomidesia* sp (2n=22), B – *Marlierea clauseniana* (2n=22), C – *M. warmingiana* (2n=22) e D – *M. tomentosa* (2n=22). Barra: 5 $\mu$ m.



**Figura 2.** Cromossomos em espécies de *Myrcia*, subtribo Myrciinae. **A-** *M. bella* ( $n=11$ ), **B-** *M. bella* ( $2n=22$ ), **C-** *M. formosiana* ( $2n=22$ ), **D-** *Myrcia* sp6 ( $2n=22$ ), **E-** *Myrcia* sp1 ( $2n=22$ ) e **F-** *Myrcia* sp3 ( $2n=44$ ). Barra:  $5\mu\text{m}$ .

**Estudos cromossômicos em espécies de *Campomanesia* Ruiz & Pav. e *Psidium* L. (Myrtaceae Juss., subtribo Myrtilinae O. Berg) no sudeste do Brasil**

ITAYGUARA R. COSTA<sup>1,2</sup> E ELIANA R. FORNI-MARTINS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal / UNICAMP; autor para correspondência: [itayguara@yahoo.com](mailto:itayguara@yahoo.com)

<sup>2</sup>Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, CP 6109, Universidade Estadual de Campinas,

13083-970, Campinas, SP, Brasil. Fax: ++19 37886168

**Resumo** – Dentro da subtribo Myrtilinae (Myrtaceae), os gêneros *Psidium* e *Campomanesia* são os mais diversificados em espécies e amplamente distribuídos na região neotropical, sendo *Psidium* o gênero considerado mais derivado na subtribo. De uma maneira geral, os estudos cromossômicos em espécies de Myrtaceae ocorrentes nos neotrópicos são escassos, sendo a maioria dos estudos já realizados em espécies australianas e africanas. Poucos são os registros de estudos cromossômicos em Myrtaceae, sobretudo nestes gêneros. Este estudo tem por objetivo contribuir para o conhecimento da família mediante a determinação de números cromossômicos de suas espécies, fornecendo subsídios para o entendimento da circunscrição e delimitação das mesmas. Neste estudo foram analisadas quatro espécies de *Campomanesia* e três de *Psidium*, em diferentes populações. Quatro destes registros são inéditos. Em *Psidium*, foi encontrado  $2n=22$  ( $n=11$ ) em *P. guajava* e  $2n=44$  em *P. cattleianum* e *P. cinereum*. Em *Campomanesia* o número  $n=11/2n=22$  ocorreu em todas as espécies analisadas (*C. adamantium*, *C. guaviroba*, *C. pubescens* e *Campomanesia* sp), não sendo encontradas espécies poliplóides. Foram observadas altas taxas de normalidade de tétrades e viabilidade de grãos de pólen (> 80%) em todas as espécies, não sendo evidenciada nenhuma anormalidade no processo meiótico. Cerca de 50% das espécies desta subtribo apresentam algum nível de poliploidia, ressaltando a importância deste processo na evolução da família.

**Palavras-chave:** Cromossomos, Myrtaceae, Myrtilinae, Myrtoideae e Poliploidia.

A ser submetido ao Periódico *Caryologia*

## INTRODUÇÃO

Com cerca de 3600 espécies, agrupadas em 150 gêneros (WILSON *et al.* 2001), a família Myrtaceae tem ampla distribuição nas regiões tropicais e subtropicais do globo, sendo também bem representada em regiões temperadas da Austrália (CRONQUIST 1981). Encontra-se dividida em duas grandes subfamílias, Myrtoideae com distribuição pantropical e Leptospermoideae, essencialmente australasiana (MCVAUGH 1968). No entanto, JOHNSON e BRIGGS (1984) admitem a existência de mais uma subfamília, Chamelaucioideae, com distribuição australiana. Todos os representantes neotropicais de Myrtaceae estão inseridos na subfamília Myrtoideae, caracterizada principalmente por apresentar frutos bacóides e filotaxia oposta e circunscritos em uma única tribo, Myrteae (MCVAUGH 1968), com cerca de 70 gêneros e 2400 espécies (SCHMID 1980), dos quais dois terços encontram-se distribuídas no Novo Mundo (LANDRUM 1986).

Atualmente, a tribo Myrteae encontra-se dividida em três subtribos com base na morfologia dos embriões: *Eugeniinae* (embriões globosos com radícula não evidente), *Myrciinae* (embriões com cotilédones foliáceos e radícula longa) e *Myrtiinae* (cotilédones reduzidos e radícula longa) (MCVAUGH 1956, LANDRUM e KAWASAKI 1997).

Em geral, as espécies da subtribo Myrtiinae O. Berg caracterizam-se por apresentar flores solitárias, geralmente pentâmeras, ou em dicásios simples ou compostos, com cálice aberto ou fechado, rompendo-se em caliptra ou por ruptura irregular do hipanto. Possuem ovário com número de lóculos variando de 2 a 18, uni a multiovulados. A semente possui testa variando de coriácea a óssea, com embrião composto por dois cotilédones rudimentares no ápice da radícula, este às vezes curvado em C.

BERG (1857) admitiu a existência de dois grupos em Myrtiinae (Pimentiinae), baseando-se na quantidade de óvulos por lóculo e textura das sementes. O primeiro grupo era formado pelos gêneros *Psidium* e *Calycolpus*, onde as flores apresentam lóculos 2-4 ovulados e sementes com testa coriácea. O segundo grupo, reunia os gêneros *Campomanesia* e *Pimenta*, com 4-6 óvulos

por lóculo e sementes com testa membranosa. De acordo com as características do embrião e o número de óvulos por lóculo, é possível diferenciar os gêneros *Campomanesia* e *Psidium* (BENTHAM 1865).

MCVAUGH (1956) dividiu os gêneros americanos de Myrtaceae em seis grupos informais, sendo os gêneros pertencentes a Myrtilinae divididos em três grupos (correspondendo aos grupos de números 4, 5 e 6), com base nas características das flores, frutos e sementes. Assim, o grupo 4 (*Campomanesia* e afins) reunia os gêneros *Campomanesia*, *Paivea* (hoje sinônimo de *Campomanesia*), *Blepharocalyx* e *Temu*, caracterizados por lóculos multiovulados, sementes com testa membranosa ou coriácea e embrião curvado. O grupo 5 (*Psidium* e afins) agrupava sete gêneros: *Amomyrtus*, *Amomyrtella*, *Calycolpus*, *Myrteola*, *Myrtus*, *Psidium* e *Ugni*, caracterizados por sementes com testa óssea e embrião levemente curvado e o último grupo (grupo 6) reunia dois gêneros com ovário bilocular e flores tetrâmeras agrupadas em panículas, *Pseudocaryophyllus* e *Pimenta*.

LANDRUM (1986) dividiu os gêneros em três complexos: Complexo *Campomanesia* (*Campomanesia*, *Blepharocalyx*, *Pimenta* e *Legrandia*), Complexo *Myrrhinium* (*Myrrhinium* e *Acca*) e os demais gêneros (*Psidium*, *Calycolpus*, *Mosiera* e *Ugni*) formavam um complexo à parte. O complexo *Campomanesia* foi caracterizado pela testa da semente membranosa ou cartilaginosa, com minúsculos cotilédones, enquanto o complexo *Myrrhinium* diferenciava-se por suas flores vermelhas ou púrpuras, com estames exertos de cor vermelha e cotilédones do mesmo comprimento do hipocótilo. Os demais gêneros eram caracterizados pelas sementes com testa óssea e cotilédones um pouco mais curtos que o comprimento do hipocótilo. LANDRUM e KAWASAKI (1997) elaboraram uma sinopse para os gêneros de Myrtaceae do Brasil, registrando dez gêneros na subtribo Myrtilinae (Tabela 1).

Estudos filogenéticos recentes, envolvendo sequências dos genes *matK* do genoma de plastídeo associadas a dados morfológicos (GADEK *et al.* 1996, WILSON *et al.* 2001), e sequências

*ITS-1*, *ITS-2* e 5.8S rRNA do genoma nuclear (LUCAS *et al.* 2004), têm indicado fortemente, que a tribo Myrteae é monofilética, com exceção dos gêneros *Syzygium* e *Acmena* (aliança *Acmena*). De acordo com os últimos autores, dentro da subtribo Myrtiinae, o gênero *Psidium* foi considerado monofilético.

MCVAUGH (1956) considerou as Myrtaceae americanas um grupo complexo, necessitando de estudos sistemáticos. BARROSO (1991) reforçou a necessidade de levantamentos regionais aliados a estudos biosistemáticos com o objetivo de delimitar os táxons com maior exatidão. Dentro da Biosistemática, a Citotaxonomia tem subsidiado estudos taxonômicos e evolutivos em inúmeros grupos taxonômicos, em diferentes níveis hierárquicos (STACE 1991).

Neste contexto, estudos cromossômicos em espécies de Myrtaceae neotropicais ainda são escassos. A maioria dos estudos cromossômicos já realizados em Myrtaceae, concentra-se em espécies australasianas com apenas cerca de oito espécies neotropicais (tribo Myrteae) analisadas (ATCHINSON 1947, RYE 1979). Atualmente, vêm sendo desenvolvidos estudos na subfamília Myrtoideae (ANDRADE e FORNI-MARTINS 1998, COSTA 2004, COSTA e FORNI-MARTINS 2004a, b), incrementando o conhecimento cromossômico da família Myrtaceae, subfamília Myrtoideae. Vale a pena ressaltar as contribuições pontuais para alguns gêneros neotropicais, como *Campomanesia*, *Eugenia*, *Myrceugenia*, *Myrcia*, *Myrcianthes*, *Luma* e *Psidium* (ATCHINSON 1947, FORNI-MARTINS *et al.* 1995, FORNI-MARTINS e MARTINS 2000, SANDERS *et al.* 1983, LANDRUM 1981).

No geral, a família Myrtaceae apresenta pequena variação no número cromossômico, observando-se  $n=11/2n=22$  na maioria dos gêneros, pertencentes a subfamílias e tribos diferentes (RYE 1979). Algumas espécies de *Eugenia* apresentam disploidia com  $n=12$  e  $2n=24, 42, 45, 46$  e  $54$  (BOLKHOVSKIKH *et al.* 1969, DARLINGTON e WYLIE 1961). Espécies poliplóides são freqüentes em Myrtoideae (ANDRADE e FORNI-MARTINS 1998, COSTA 2004, COSTA e FORNI-

MARTINS 2004a, b, FORNI-MARTINS e MARTINS 2000), sendo raras em Leptospermoideae, onde predominam espécies displóides (RYE 1979).

ANDRADE e FORNI-MARTINS (1998) apontaram a importância da poliploidia na evolução da família, destacando *Eugenia pluriflora* com  $n=33$  e uma espécie de *Psidium*, com  $2n=66$ . Com base em revisão de literatura, as autoras mencionaram a existência de séries poliplóides nestes dois gêneros, culminando com  $2n=110$  numa espécie de *Eugenia*. A poliploidia é um processo, na maioria das vezes, intimamente relacionado à hibridação interespecífica, restaurando a fertilidade de híbridos (GUERRA 1988). COSTA (2004) e COSTA e FORNI-MARTINS (2004a) atribuíram a dificuldade de identificação das mirtáceas neotropicais a possíveis eventos de hibridização associados à poliploidia, destacando a ocorrência de várias espécies poliplóides em *Eugenia* (subtribo Eugeniinae). Assim, a hibridação poderia explicar a existência de características intermediárias entre grupos de espécies próximas, sendo o fluxo gênico entre elas interrompido pela diferenciação cromossômica, principalmente por poliploidia. Vários são os registros de espécies poliplóides dentro desta subtribo, principalmente no gênero *Psidium* com  $2n=33, 44, 55, 66, 77$  e  $88$  cromossomos (ATCHINSON 1947, ANDRADE e FORNI-MARTINS 2000, BOLKHOVSKIKH *et al.* 1969, GOLDBLATT 1981, GOLDBLATT e JOHNSON 1990, MOORE 1977).

Este trabalho objetiva caracterizar, por meio de números cromossômicos, algumas espécies de *Campomanesia* e *Psidium*, avaliando o papel da poliploidia da evolução das Myrtaceae.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas várias espécies dos gêneros *Campomanesia* e *Psidium* em diferentes formações vegetacionais (cerrado, campos rupestres e floresta atlântica) na região sudeste do Brasil (Tabela 2). As espécies ou populações foram selecionadas de acordo com a disponibilidade de material para estudos cromossômicos (botões florais e frutos com sementes). Todo material coletado foi identificado por meio de comparação com o material depositado no herbário UEC,

ou por meio de chaves analíticas e, posteriormente confirmado por especialistas. Materiais-testemunho das espécies coletadas encontram-se depositadas no Herbário UEC (Universidade Estadual de Campinas).

Para observação das células em meiose, botões florais em diversos estádios de maturação foram fixados em solução de Carnoy (3:1, etanol:ácido acético). Após um mínimo de 24 horas, estes foram transferidos para álcool 70% e estocadas no freezer. As preparações citológicas foram obtidas através do esmagamento das anteras em carmim acético 1,2% seguindo a metodologia de MEDINA e CONAGIN (1964).

Na análise mitótica, as sementes coletadas foram germinadas em câmara germinadora a uma temperatura de 28 a 30°C. Os ápices radiculares foram pré-tratados em solução de 8-hidroxiquinoleína a 0,002M por cerca de 24 horas a 8°C. Após o pré-tratamento, as raízes foram fixadas em Carnoy e estocadas em álcool 70% na geladeira até a preparação das lâminas. As lâminas para observação das metáfases mitóticas foram preparadas de acordo com a técnica de Giemsa, descrita por GUERRA (1983).

A análise das lâminas foi feita através de microscópio óptico comum e as células em condições adequadas de espalhamento foram documentadas em fotomicroscópio.

Para análise da viabilidade dos grãos de pólen e normalidade das tétrades, foi utilizada a técnica de MEDINA e CONAGIN (1964), com exceção do esmagamento final da lâmina, sendo analisadas cerca de 1000 tétrades ou grãos de pólen, em pelo menos cinco botões de cada espécie.

## RESULTADOS

No gênero *Campomanesia* foi encontrado o número gamético  $n=11$  em *C. adamantium*, *C. pubescens* e *Campomanesia* sp e o número somático  $2n=22$  em *C. guaviroba* e *C. pubescens* (Figura 1, Tabela 2). As três populações de *C. pubescens* analisadas apresentaram nível diplóide, com  $n=11$  e  $2n=22$  (Tabela 2). Em *Psidium*, o nível diplóide ( $2n=22$  cromossomos) foi

encontrado apenas para *P. guajava*, enquanto que em *P. cattleianum* e *P. cinereum*, nas diferentes populações analisadas, foi registrado nível tetraplóide ( $2n=4x$ ) com  $n=22$  e  $2n=44$ . Foram encontrados valores elevados de viabilidade de grãos de pólen, com índices superiores a 86%, em todas as espécies analisadas (Tabela 4).

## DISCUSSÃO

O número gamético  $n=11$ , determinado para *C. pubescens* por FORNI-MARTINS e MARTINS (2000) em uma população no cerrado de Itirapina, foi confirmado aqui em três diferentes populações em outras áreas remanescentes de cerrado no estado de São Paulo (Assis, Mogi Guaçu e Campinas) (Tabelas 2 e 3). O número somático de  $2n=22$  cromossomos (Tabela 2, Figura 1) para a espécie era, até então, inédito, bem como para as espécies *C. adamantium* e *Campomanesia* sp ( $n=11$ ) e *C. guaviroba* ( $2n=22$ ) (Tabela 2, Figura 1). Outra espécie do gênero, *C. cambessedeanana*, foi estudada por FORNI-MARTINS *et al.* (1995), onde os autores também relataram nível diplóide com  $2n=22$  (Tabela 3). Aparentemente, não havia sido registrada nenhuma espécie poliplóide neste gênero, porém *Psidium cerasoides*, com  $2n=88$  (Moussel 1965 *in* BOLKHOVSKIKH *et al.* 1969), foi sinonimizada por LANDRUM (1986) em *Campomanesia guaviroba*. O nível diplóide com  $n=11$  ou  $2n=22$  também foi encontrado em espécies dos outros gêneros da subtribo Myrtilinae como *Acca*, *Myrrhinium* e *Pimenta* (Tabela 3).

No gênero *Psidium*, existem relatos de números cromossômicos para 12 espécies (Tabela 3). Com este estudo foram obtidos dois registros inéditos para o gênero (*P. cinereum* e *Psidium* sp) (Tabela 2, Figura 1). Deste total, o nível diplóide  $n=11$  e  $2n=22$ , havia sido registrado em apenas quatro espécies (*P. chinense*, *P. friedrichsthalianum*, *P. guajava* e *P. pumilum*), correspondendo a 28,6% do total de espécies citologicamente conhecidas para o gênero (Tabelas 2 e 3). As demais 10 espécies (71,4%), apresentaram variação no nível de poliploidia com número somático variando de  $2n=33, 44, 55, 66, 77$  e  $88$  (Tabela 3).

Em *P. guajava*, foi verificada a existência tanto de indivíduos ou populações displóides ( $2n=21, 22, 28, 20, 32$  e  $34$ ) (Cruz e Rao 1962 in BOLKHOVSKIKH *et al.* 1969, Majunder e Mukkerjee 1972 in MOORE 1977) quanto poliplóides, com  $2n=33$  (Kumar e Ranade 1962 in BOLKHOVSKIKH *et al.* 1969) e  $2n=44$  (Srivastava 1977 in MOORE 1977) (Tabela 3). Portanto, essa espécie possui vários citótipos (raças cromossômicas), com número cromossômico variando numa série displóide (a partir de  $2n=22$  ou  $2n=33$ ) ou com diferentes níveis de ploidia ( $2n=22, 33$  e  $44$ ).

Em *P. cattleianum*, também foram registrados citótipos com três níveis de ploidia: tetraplóide ( $2n=4x=44$ ) neste trabalho, heptaplóide ( $2n=7x=77$ ) e octaplóide ( $2n=8x=88$ ). Esses citótipos poliplóides foram estudados sob outras denominações, tendo sido posteriormente sinonimizados em *P. cattleianum*: *P. coriaceum*, com  $2n=77$  (Singhal *et al.* 1984 in GOLDBLATT & JOHNSON 1990) e *P. variabile*, com  $2n=88$  (ATCHINSON 1947) (Tabela 3).

No entanto, em *P. cinereum*, onde também foram observadas mais de uma população, até o momento, não foram evidenciados citótipos. Citótipos diferenciados pelo nível de ploidia também foram relatados por COSTA (2004) e COSTA e FORNI-MARTINS (2004a) no gênero *Eugenia* (subtribo Eugeniinae). Segundo estes autores, a ocorrência de citótipos e espécies poliplóides parece ser um evento freqüente nas Myrtoideae, pois foram relatados em três dentre quatro espécies de *Eugenia* que tiveram mais de uma população analisada. A diferenciação de raças cromossômicas ou citótipos pode ser entendida como uma etapa intermediária e importante, pois leva ao isolamento genético, fornecendo uma barreira ao fluxo gênico (STACE 1991), atuando na diferenciação e favorecendo o processo de especiação (BRIGGS e WALTERS 1997).

O número diplóide de  $2n=44$  cromossomos, encontrado em diferentes populações de *P. cinereum* e *P. cattleianum*, foi encontrado por Srivastava (1977 in MOORE 1977) para *P. guajava* e por FORNI-MARTINS e MARTINS (2000) em *P. acutangulum*.

A ocorrência de espécies poliplóides em Myrtaceae, inclusive em espécies da subfamília Myrtoideae é comum (ATCHINSON 1947, ANDRADE e FORNI-MARTINS 1998, COSTA e FORNI-MARTINS 2004a, b, RYE 1979). COSTA e FORNI-MARTINS (2004a) relataram que, principalmente na subtribo Eugeniinae, desta subfamília, aproximadamente 22,5% das espécies do gênero *Eugenia* analisadas pelos mesmos apresentaram algum nível de poliploidia incluindo citótipos. No entanto, dada à grande diversidade de espécies na família, os autores sugeriram que a ocorrência de espécies poliplóides esteja subestimada.

Vale ressaltar que a subtribo Myrtilinae é mais primitiva na subfamília e, que nesta, o gênero *Psidium* é o mais derivado, e onde se concentra a maioria das espécies poliplóides. Aproximadamente 75% das espécies deste gênero são poliplóides (Tabela 3). Os números poliplóides variaram de  $2n=33$  e  $44$  em *P. guajava* (D Cruz e Rao 1962 in BOLKHOVSKIKH *et al.* 1969) e *P. montanum* (Moussel 1965 in BOLKHOVSKIKH *et al.* 1969),  $2n=44$  em *P. acutangulum* (FORNI-MARTINS e MARTINS 2000),  $2n=55$  em *P. molle* (Srivastava 1970 in MOORE 1977),  $2n=66$  em *Psidium* sp (araçá) (ANDRADE e FORNI-MARTINS 2000),  $2n=77$  em *P. coriaceum* (SINGHAL *et al.* 1985) e  $2n=88$  para *P. cattleianum* (ATCHINSON 1947) e *P. variabile* (ATCHINSON 1947) (Tabela 3).

A poliploidia é considerada um dos mecanismos adaptativos e evolutivos importantes em plantas, favorecendo uma distribuição geográfica e ecológica mais ampla que os parentais diplóides (BRIGGS e WALTERS 1997). STEBBINS (1950) considerou as angiospermas com número cromossômico  $n > 11$  já originadas por poliploidia. Em termos evolutivos, espécies poliplóides são consideradas derivadas em relação a outras com menor número cromossômico porém é extremamente difícil reconstituir sua origem (BRIGGS e WALTERS 1997, STACE 1991). Com base nisso, MORAWETZ (1990) afirmou terem as vegetações campestres (cerrado *s.s.*, incluindo campos rupestres) uma origem mais recente que as formações florestais, com base na alta frequência de espécies poliplóides nos cerrados. Para SARMIENTO (1983), um extenso fluxo

gênico foi estabelecido a partir das florestas úmidas (Amazônica e Atlântica) para as formações savânicas (cerrado), implicando em grande especiação no cerrado, afirmando ser a flora arbustivo-arbórea do cerrado derivada da floresta, tendo portanto uma origem mais recente.

FORNI-MARTINS e MARTINS (2000) contestam as afirmações de MORAWETZ (1990) pois apenas cerca de 3% da flora do cerrado é conhecida do ponto de vista cromossômico; várias espécies de formações florestais também apresentam números cromossômicos altos e algumas famílias têm ocorrência em ambas as formações, com números cromossômicos elevados. Com base nesses argumentos, estes autores sugerem ter ocorrido um fluxo bidirecional entre o cerrado e as florestas durante o tempo evolutivo.

Myrtaceae tem uma grande representatividade nos mais diferentes tipos de vegetação, desde formações campestres, como o cerrado (CASTRO *et al.* 1999) e os campos rupestres (KAWASAKI 1989), até formações florestais (OLIVEIRA-FILHO e FONTES 2000). Comparando os números cromossômicos das espécies aqui estudadas, vimos que em *Psidium* existem espécies poliplóides em ambas as formações. COSTA e FORNI-MARTINS (2004a, b) registraram poliploidia em gêneros como *Eugenia* e *Myrcia*, também muito bem representados tanto no cerrado como nas florestas, porém parece ocorrer um acúmulo maior de espécies poliplóides nas formações campestres (cerrado e campos rupestres). No entanto, mais estudos são necessários para elucidar a origem da flora do cerrado.

Os altos valores de viabilidade de pólen aqui registrados (superiores a 85%), corroboram os valores encontrados por COSTA e FORNI-MARTINS (2004a) para outras espécies de Myrtaceae. Estes analisaram algumas espécies diplóides de Eugeniinae, não encontrando nenhuma irregularidade associada ao processo meiótico. FORNI-MARTINS e MARTINS (2000) também fizeram inferências sobre a regularidade do processo meiótico em algumas espécies com ocorrência na floresta e no cerrado, não encontrando irregularidades na maioria das espécies analisadas, entre elas seis espécies de Myrtaceae. Há relatos de estudos de reprodução sexuada,

com menção de espécies auto-compatíveis e auto-incompatíveis (NIC LUGHADHA e PROENÇA 1996). DAVIS (1966) registrou apomixia amplamente distribuída em Myrtoideae. Geralmente, tais espécies, impossibilitadas de reprodução sexuada, podem reproduzir-se por meio de propagação vegetativa ou por meio de sementes sem fecundação prévia (agamospermia) (STACE 1991). RYE (1979) relacionou a apomixia com ocorrência de poliploidia, no entanto esta relação nem sempre tem sido confirmada (COSTA e FORNI-MARTINS 2004a). A regularidade meiótica aqui observada seria esperada nas espécies diplóides e também nas poliplóides de nível par, especialmente naquelas originadas por hibridação interespecífica seguida de duplicação cromossômica (GUERRA 1988). Infelizmente, poliplóides com nível ímpar de ploidia ( $3n$ ,  $5n$ , ...) e tidos como apomíticos, ainda não foram analisados no presente estudo (ou em outros estudos em Myrtaceae, subfamília Myrtoideae).

#### REFERÊNCIAS

- ANDRADE, F. G. e FORNI-MARTINS, E. R., 1998 - *Estudos cromossômicos em espécies de Myrtaceae*. Genetics and Molecular Biology, 21: 166.
- ATCHINSON, E., 1947 - *Chromosome numbers in the Myrtaceae*. American Journal of Botany, 34: 159-164.
- BARROSO, G. M., 1991 - *Myrtaceae*. In: Sistemática de Angiospermas do Brasil. Vol. II. UFV, Imprensa universitária. Viçosa, MG, pp. 114-126
- BENTHAM, G., 1868 - *Notes on Myrtaceae*. Journal of the Linnean Society of London, Bot, 10: 101-166.
- BERG, O. K., 1857 - *Myrtaceae*. In Martius, K. P. von, A .G. Eichler and I. Urban - Flora Brasiliensis, 14: 1-655.
- BOLKHOVSKIKH, Z., MATVEJEVA, V. G. e ZAKHARYEVA, O., 1969 - Chromosome numbers of Flowering Plants. Academy of Sciences of the USSR.
- BRIGGS, D. e WALTERS, S. M., 1997 - 'Plant variation and Evolution'. 3<sup>rd</sup> ed. Cambridge.

- CASTRO, A. A. J. F., MARTINS, F. R., TAMASHYRO, J. Y e SHEPERD, G. J., 1999 - How rich is the flora of Brazilian Cerrados? *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 86:192-225.
- COSTA, I. R. e FORNI-MARTINS, E. R., 2004a - *Estudos cromossômicos em Eugenia L., Myrciaria O. Berg e Plinia L. (Myrtaceae, subtribo Eugeniinae) no sudeste do Brasil*. *Australian Journal of Botany*, a submeter
- COSTA, I. R. e FORNI-MARTINS, E. R., 2004b - *Estudos cromossômicos em espécies de Gomidesia, Marlierea, Myrceugenia e Myrcia (Myrtaceae, subtribo Myrciinae)*. *Kew Bulletin*, a submeter
- COSTA, I. R., 2004 - *Estudos cromossômicos em espécies de Myrtaceae Juss. no sudeste do Brasil*. Tese de Mestrado. Instituto de Biologia. UNICAMP. Campinas, SP
- CRONQUIST, A., 1981 - *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press. New York
- DARLINGTON, C. D. e WYLIE, A. P., 1961 - 'Chromosome atlas of flowering plants.'
- DAVIS, G. L., 1966 - 'Systematic embryology of the Angiosperms'. John Wiley & Sons: New York).
- FORNI-MARTINS, E. R e MARTINS, F. R., 2000 - *Chromosome studies on Brazilian cerrado plants*. *Genetics and Molecular Biology*, 23: 947-955.
- FORNI-MARTINS, E. R., PINTO-MAGLIO, C. A. F. e CRUZ, N. D., 1995 - *Chromosome numbers in Brazilian cerrado plants*. *Revista Brasileira de Genética*, 18: 281-288.
- GADEK, P. A., WILSON, P. G. e QUINN, C. J., 1996 - *Phylogenetic reconstruction in Myrtaceae using matK, with particular reference to the position of Psiloxylon and Heteropyxis*. *Australian Systematic Botany*, 9: 283-290.
- GOLDBLATT, P. e JOHNSON, D. E., 1990 - *Index to plant chromosome numbers 1986-1987*. *Monographs in systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, volume 30.

- GOLDBLATT, P., 1981 – *Index to plant chromosome numbers 1975-1978*. Monographs in systematic Botany from the Missouri Botanical Garden, volume 5.
- GUERRA, M., 1983 - *O uso do Giemsa em citogenética vegetal – comparação entre a coloração simples e o bandamento*. Ciência e Cultura, 35: 190-193.
- GUERRA, M., 1988 – ‘Introdução à citogenética’. Guanabara, Rio de Janeiro
- JOHNSON, L. A. S. e BRIGGS, B. G., 1984 - *Myrtales and Myrtaceae – a phylogenetic analysis*. Annals of the Missouri Botanical Garden, 71: 700-756.
- KAWASAKI, M. L. 1989 - *Flora da Serra do Cipó: Myrtaceae*. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo, 11: 121-170.
- LANDRUM, L. R. e KAWASAKI, M. L., 1997 - *The genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic and identification keys*. Brittonia 49, 508-536.
- LANDRUM, L., 1981 - *A monograph of the genus Myrceugenia (Myrtaceae)*. Flora Neotropica 29, 1-137.
- LANDRUM, L., 1986 - *Campomanesia, Pimenta, Blepharocalyx, Legrandia, Acca, Myrrhinium and Luma (Myrtaceae)*. Flora Neotropica 45, 1-178.
- LUCAS, E., BELSHAM, S., NICLUGHADA, E., ORLOVICH, D., SAKURAGUI, C., CHASE, M. e WILSON, P. G., 2004 - *Phylogenetics patterns in the fleshy-fruited Myrtaceae – preliminary molecular evidence*. Plant systematics and Evolution (prelo).
- MCVAUGH R., 1956 - *Tropical American Myrtaceae. Notes on generic concepts and descriptions of previously unrecognized species*. Fieldiana Botany, 29(3).
- MCVAUGH, R., 1968 - *The genera of American Myrtaceae – An interim report*. Taxon 17, 354-418.
- MEDINA, D. M. e CONAGIN, C. H. T. M., 1964 - *Técnica citológica*. Publicação no. 2610, Instituto Agronômico, Campinas.

- MOORE, R. J., 1977 - Index to Plant Chromosome Numbers 1967-1971. International Association for Plant Taxonomy.
- MORAWETZ, W., 1990 – *Acumulation of polyploid species in the cerrado vegetation of Brazil as comparecwith the surrouding forests*. In: VIII Congresso da Sociedade de Botânica do Brasil, Campinas, Resumos: 49.
- NIC LUGHADHA E. e PROENÇA, C., 1996 - *A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae*. Annals of the Missouri Botanical Garden, 83: 480-503.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. e FONTES, M. A., 2000 – *Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate*. Biotropica, 32: 793-810.
- RYE, B., 1979 - *Chromosome number variation in the Myrtaceae and its taxonomic implications*. Australian Journal of Botany, 27: 547-573.
- SANDERS, R. G., STUESSY, T. F. e RODRÍGUEZ, R., 1983 - *Chromosome numbers from the flora of the Juan Fernandez Islands*. American Journal of Botany, 70: 799-810.
- SARMIENTO, G., 1983 – *The savannas of tropical America*. In: ‘Tropical Savannas’ Bourlière, F. (ed.). Ecosystems of the World, 13: 245-288.
- SCHIMD, R., 1980 – *Comparative anatomy and morphollogy of Psiloxylon and Heteropyxis, and the subfamilial and tribal classification of Myrtaceae*. Taxon, 29: 559-595.
- SINGHAL, V. K., GILL, B. S. e BIRR, S. S., 1985 – *Cytology of woody species*. Proceedings of the Indian Academy Sciences (Plant Sciences), 94: 607-617.
- STACE, CA (1991) ‘Plant taxonomy and Biosystematics’ (University Press: Cambrigde, 2<sup>nd</sup>)
- STTEBINS, G. L., 1950 – ‘Variation and Evolution in Plants’. Columbia Univ. Press, New York.
- WILSON, P. G., O’BRIEN, M. M., GADEK, P. A. e QUINN, C. J., 2001 - *Myrtaceae revisited: a reassessment of intrafamilial groups*. American Journal of Botany, 88: 2013-2025.

Tabela 1. Gêneros pertencentes à subtribo Myrtilinae, com sua distribuição na região neotropical e número de espécies no Brasil, de acordo com LANDRUM & KAWASAKI (1997).

Gênero	Total de espécies		Distribuição
	Am. Sul	Brasil	
<i>Acca</i> O. Berg	3	1	Duas espécies nos Andes (Peru) e uma no S do Brasil ( <i>A. sellowiana</i> O. Berg)
<i>Accara</i> Landrum	1	1	SE do Brasil, MG ( <i>A. elegans</i> (DC.) Landrum)
<i>Blepharocalyx</i> O. Berg	3	2	Do Caribe ao Sul do Chile, com uma no Amazonas ( <i>B. eggersii</i> ) e outra no S e SE do Brasil ( <i>B. salicifolius</i> )
<i>Calycolpus</i> O. Berg	10	5	Maioria no norte / nordeste da América do Sul
<i>Campomanesia</i> Ruiz & Pav.	30	24	Em toda a América tropical e subtropical
<i>Mosiera</i> Small.	1	1	S do Brasil ( <i>M. prismatica</i> (D. Legrand) Landrum)
<i>Myrrhinium</i> Schott.	1	1	SE do Brasil, RJ ( <i>M. atropurpureum</i> Schott)
<i>Pimenta</i> Lindl.	14	1	Caribe, com uma espécie no S e SE do Brasil. ( <i>P. pseudocaryophyllus</i> (Gomes) Landrum)
<i>Psidium</i> L.	70-100	70	México, Caribe e Norte da Argentina. A maioria das espécies ocorre no Brasil.
<i>Ugni</i> Turcz.	4	1	Chile ao México, com uma espécie no N do Brasil, RR ( <i>U. myricoides</i> (Kunth) O. Berg)

Tabela 2 - Espécies *Campomanesia* e *Psidium* analisadas com respectivo número cromossômico gamético ( $n$ ) e somático ( $2n$ ), locais de coleta, tipo de ambiente onde ocorrem e números de coletor. (\*) registros inéditos para a espécie.

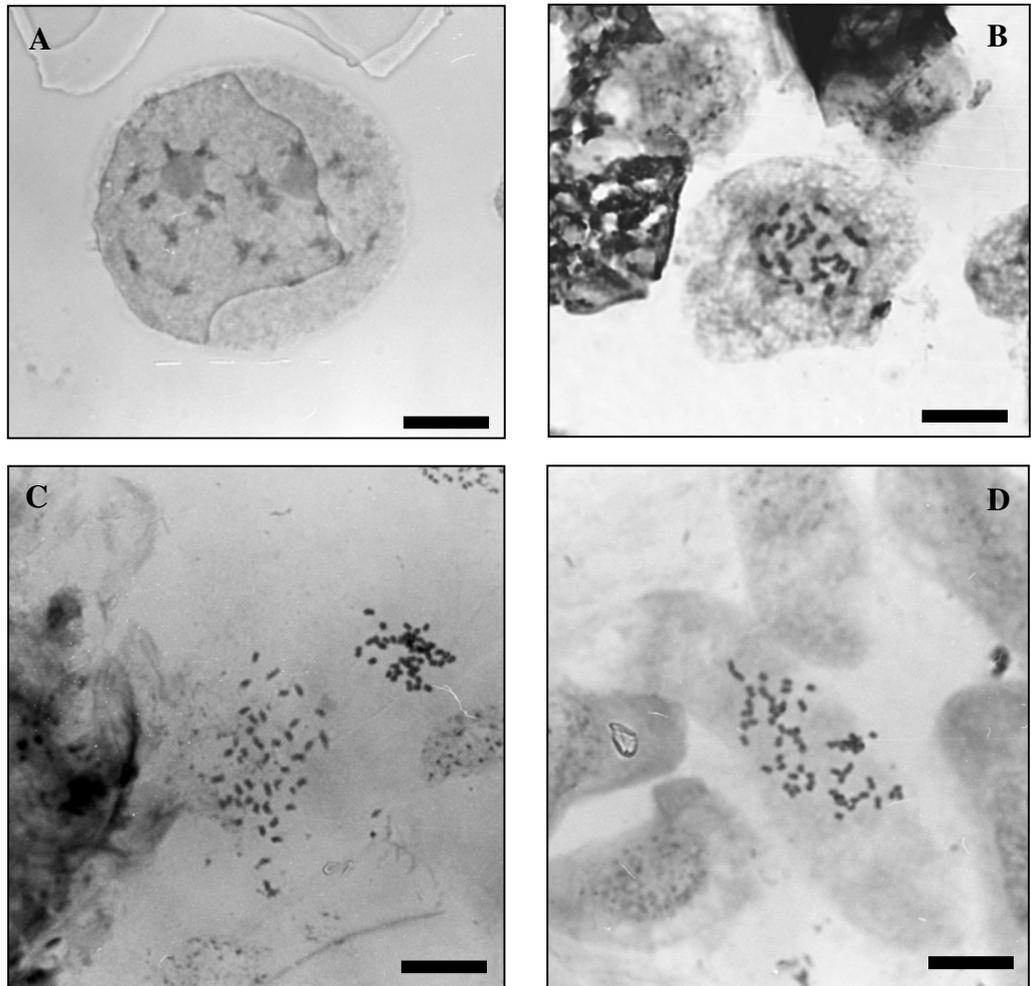
Gênero / Espécie	$n$	$2n$	Local de coleta	Coletor
<b><i>Campomanesia</i></b>				
<i>C. adamantium</i> (Camb.) Berg*	11	-	MG, Serra do Cipó, campo rupestre	I. R. Costa, 437
<i>C. guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.*	-	22	SP, Sete Barras, floresta atlântica	M. A. R. Andrade, s/n
<i>C. pubescens</i> (DC) Berg. (pop1)	11	-	SP, Mogi Guaçu, cerrado	I. R. Costa, 428
(pop2)*	-	22	SP, Campinas, cerrado	I. R. Costa, s/n
(pop3)*	-	22	SP, Assis, cerrado	I. R. Costa, 501
<i>Campomanesia</i> sp*	11	-	MG, São Tomé das Letras, campo rupestre	C. F. Verola, 35
<b><i>Psidium</i></b>				
<i>P. cattleianum</i> Sabine (pop1)	-	44	SP, Campinas, cultivada	I. R. Costa, 486
(pop2)	22	-	SP, Cananéia, floresta atlântica	C. Urbanetz, s/n
(pop3)	22	-	SP, Sete Barras, floresta atlântica	I. R. Costa, 523
<i>P. cinereum</i> Mart. ex DC. (pop1)*	-	44	SP, Itirapina, cerrado	I. R. Costa, 509
(pop2)*	22	-	SP, Assis, cerrado	I. R. Costa, 496
<i>P. guajava</i> L.	-	22	Campinas, SP	I. R. Costa, 476

Tabela 3 - Números cromossômicos para outras espécies de Myrtaceae, subtribo Myrtilinae. I: BOLKHOWSKII (1969); II: MOORE (1977); III: GOLDBLATT (1981) e IV: GOLDBLATT e JOHNSON (1990).

Gênero / Espécie	<i>n</i>	<i>2n</i>	Referência
<b><i>Acca</i></b>			
<i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret (como <i>Feijoa sellowiana</i> O. Berg)	-	22	BOLKHOVSKIKH <i>et al.</i> 1969
<b><i>Campomanesia</i></b>			
<i>C. cambessedeanana</i> O. Berg	-	22	FORNI-MARTINS <i>et al.</i> 1989
<i>C. pubescens</i> (DC.) O. Berg	11	-	FORNI-MARTINS e MARTINS 2000
<b><i>Myrrhinium</i></b>			
<i>M. atropurpureum</i> Schott	-	22	BOLKHOVSKIKH <i>et al.</i> 1969
<b><i>Pimenta</i></b>			
<i>P. dioica</i> (L.) Merrill	-	22	BOLKHOVSKIKH <i>et al.</i> 1969
<i>P. racemosa</i> (P. Miller) J. W. Moore	-	22	BOLKHOVSKIKH <i>et al.</i> 1969
<b><i>Psidium</i></b>			
<i>P. acutangulum</i> DC.	-	44	FORNI-MARTINS e MARTINS 2000
<i>P. cattleianum</i> Sabine	-	88	ATCHINSON 1947
<i>P. cerasoides</i> Cambess. (= <i>C. guaviroba</i> A. P. de Candolle) Kiaerskou	-	88	Moussel 1965 <i>in I</i>
<i>P. chinense</i> Sw.	-	22	Naithani e Srivastava 1965 <i>in I</i>
<i>P. coriaceum</i> O. Berg (= <i>P. cattleianum</i> Sabine)	-	77	Singhal <i>et al</i> 1984 <i>in IV</i>
<i>P. friedrichsthalianum</i> Niedenzu	11	22	Srivastava 1977 <i>in III</i>
<i>P. guajava</i> L.	-	22	ATCHINSON 1947, VIJAYAKUMAR e SUBRAMANIAN 1985
	-	21, 30	D Cruz and Rao 1962 <i>in I</i>
	-	22-28, 32-34	Majunder and Mukkerjee 1972 <i>in II</i>
	-	22, 33	Kumar and Ranade <i>in I</i>
	-	44	Srivastava 1977 <i>in III</i>
<i>P. molle</i> Bertol. (= <i>P. guineense</i> Sw.)	-	55	Srivastava 1970 <i>in II</i>
<i>P. montanum</i> Sw.	-	33	Moussel 1965 <i>in I</i>
<i>P. pumilum</i> Vahl (= <i>P. guajava</i> L.)	11	-	Singhal <i>et al</i> 1984 <i>in IV</i>
<i>P. variabile</i> O. Berg (= <i>P. cattleianum</i> Sabine)	-	88	ATCHINSON 1947
<i>Psidium</i> sp (araçá)	-	66	ANDRADE e FORNI-MARTINS 2000

Tabela 4 - Taxas de normalidade das tétrades e viabilidade dos grãos de pólen em espécies de *Campomanesia* e *Psidium*. N= número grãos de pólen analisadas.

Espécie (nível de ploidia)	Viabilidade média dos grãos de pólen	
	N	% (d.p.)
<i>Campomanesia adamantium</i> (2x)	1378	88,4 (0,7)
<i>Campomanesia sp</i> (2x)	1434	90,5 (2,2)
<i>Psidium cattleianum</i> (pop2) (4x)	1118	86,4 (2,6)
<i>Psidium cattleianum</i> (pop3) (4x)	1325	96,1 (1,7)
<i>Psidium cinereum</i> (pop1) (4x)	1487	96,7 (2,0)
<i>Psidium guineense</i> (?)	1635	93,8 (1,9)



**Figura 1.** Cromossomos de espécies *Campomanesia* e *Psidium*. (A) *Campomanesia* sp (n=11), (B) *C. pubescens* (2n=22), (C) *P. cattleianum* (2n=44) e (D) *P. cinereum*(2n=44). Barra: 5µm.

## VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. Foi feita uma contribuição expressiva para o conhecimento cromossômico da família, abrangendo 45 espécies, sendo a maioria deles (84%) inéditos. Dentro da subtribo Eugeniinae, o incremento de números cromossômicos para o gênero *Eugenia* foi da ordem de 3,5% passando de 21 espécies (6,0%) para 33 espécies (9,4%). Nos gêneros *Myrciaria* e *Plinia* foram determinados números cromossômicos para cerca de 10% de ambos os gêneros. Até o presente momento, não havia relatos de números cromossômicos para *Plinia*, sendo todos os dados apresentados inéditos. Para a subtribo Myrciinae, apresentou-se a maioria dos registros inéditos. Nesta, o conhecimento foi ampliado em 3,5%, passando de 11 espécies (2,0%) para 30 espécies (5,5%). Para os gêneros *Gomidesia* e *Marlierea*, não haviam sido realizados, até então, nenhuma contagem. Na subtribo Myrtilinae, para o gênero *Campomanesia*, 75% dos registros apresentados foram inéditos e em *Psidium* apenas para uma espécie, *P. cinereum*.
2. Foi observada constância dos números cromossômicos  $n=11$  /  $2n=22$  em todas as espécies e gêneros analisados distribuídos nas três subtribos, com exceção das espécies poliplóides. No entanto, esta poliploidia não pode ser aplicada como caráter taxonômico dentro da família. A ocorrência constante de  $n=11$  /  $2n=22$  não auxilia a distinção entre gêneros taxonomicamente conflitantes, como *Gomidesia*, *Marlierea* e *Myrcia* e entre *Plinia* e *Myrciaria*, sujeitos à diversas interpretações taxonômicas por diferentes autores. No entanto, pode-se considerar o número básico  $x=11$ , uma forte sinapomorfia para a tribo Myrteae. Em famílias filogenicamente próximas a Myrtaceae, como Vochysiaceae o número básico  $x=11$  também ocorre, diferente das famílias menos relacionadas.

3. Pode ser constatada a ocorrência de citótipos, ou raças cromossômicas, diferenciadas pelo nível de ploidia em várias espécies, principalmente na subtribo Eugeniinae (*Eugenia*). No entanto, a ocorrência deste fenômeno pode estar subestimada, dada à grande diversidade de espécies da família e a sua ampla distribuição em diferentes tipos vegetacionais, onde as mesmas são submetidas a diferentes pressões.
4. Nas espécies em que foram realizadas observações em meiose, não foram observadas quaisquer irregularidades no processo, como disjunção irregular dos cromossomos ou formação de trivalentes, inclusive nas espécies poliplóides de nível par ( $2n=4x=44$ ). No entanto, vale ressaltar, que para as espécies triplóides ( $2n=3x=33$ ) não foi possível realizar esta análise, porém podemos inferir que estas espécies possam vir a se reproduzir assexuadamente por meio de apomixia ou agamosperma.
5. A poliploidia pode ser confirmada como um importante processo evolutivo dentro da família Myrtaceae, tribo Myrteae, pois foi detectada em 20% (10 em 50) das espécies estudadas e distribuídas entre nas diferentes subtribos e gêneros.
6. A família Myrtaceae, possui grande amplitude ecológica, ocorrendo nos diferentes tipos vegetacionais no sudeste brasileiro, como cerrados (incluindo *campos rupestres*) e formações florestais (floresta atlântica, floresta amazônica, florestas decíduas). Espécies poliplóides ocorreram tanto em formações florestais como campestres, com ligeiro predomínio em campos rupestres. No entanto, dada à diversidade de espécies da família e da flora da região sudeste do Brasil, e o pequeno conhecimento cromossômico desta flora em geral, não é possível sugerir a origem da flora a partir de números cromossômicos. Apesar de a poliploidia indicar uma condição derivada, é mais prudente apoiar a hipótese de um fluxo bidirecional entre os tipos de formações (florestais e campestres).