



Universidade Federal de Uberlândia
Instituto de Biologia

Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais

Ecologia da Reprodução de *Myrcia rostrata* DC. e *Myrcia tomentosa* (Aubl.) DC. (Myrtaceae) em Uberlândia, Minas Gerais.

Helena Maura Torezan Silingardi

2002

Handwritten signature



Universidade Federal de Uberlândia

Instituto de Biologia

Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais

MON
582.883-116
58232
TGS/MEM

Helena Maura Torezan Silingardi

Ecologia da Reprodução de *Myrcia rostrata* DC. e *Myrcia tomentosa* (Aubl.) DC. (Myrtaceae) em Uberlândia, Minas Gerais.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Orientador

Professor Dr. Paulo Eugênio Alves Macedo de Oliveira

SISBI/UFU

UBERLÂNDIA
2002



1000204282



Universidade Federal de Uberlândia

Instituto de Biologia

Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais

Helena Maura Torezan Silingardi

Ecologia da Reprodução de *Myrcia rostrata* DC. e *Myrcia tomentosa* (Aubl.) DC. (Myrtaceae) em Uberlândia, Minas Gerais.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

APROVADA em: 28 de fevereiro de 2002.

Profa. Dra. Carolyn E. B. Proença – Universidade de Brasília

Profa. Dra. Ana Angélica Barbosa – Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Christian Westerkamp (Suplente) – Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Paulo Eugênio Alves Macedo de Oliveira (Orientador)
Universidade Federal de Uberlândia

UBERLÂNDIA
2002

AGRADECIMENTOS

Este estudo não teria se realizado sem a confiança, o auxílio, o incentivo e a paciência de várias pessoas, às quais agradeço:

Meus três anjos, Vergílio, Augusto e Túlio, que impacientemente conseguiram manter a alegria da casa até que essa tese ficasse pronta. Eles são minha fonte inesgotável de energia e valem mais que a água, o ar e o chão sob meus pés.

Meu marido Kleber, que esteve presente em muitos momentos, apoiando e ajudando a quebrar, a desviar ou a subir nas pedras do caminho para enxergar mais longe.

Meus pais, Ângela Helena e Edye Mauro, que sustentaram meus estudos até a graduação e sempre, de várias maneiras diferentes, me incentivaram a seguir em frente.

Meu orientador Paulo Eugênio, fundamental nessa caminhada.

Professores como Ana Angélica Barbosa, Peter Gibbs, Marli Ranal, Neusa, Renata Oliveira, Roberta, Fernando Pedroni, Ivan Schiavini e Wilson Réu, que deram sugestões muito importantes em várias fases do estudo, além dos professores Christian Westerkamp e Fernando A. Silveira, que identificaram as abelhas.

As professoras Carolyn E. B. Proença e Ana Angélica Barbosa (novamente), assim como o professor Christian Westerkamp (novamente), que deram importantes contribuições ao avaliarem o trabalho final.

As secretárias Maria Angélica, Dulce, Flávia que me auxiliaram com a burocracia.

Os funcionários Pérciles, e sr. José Xavier e Ana Maria, que deram todo o suporte de campo necessário, além de Marcinha e Lázaro, cujas dicas foram aproveitadas no laboratório e nos experimentos.

Os colegas Maria Inês, Edivani, Elisa e Flávio, que me ajudaram com o computador, Celine (que identificou *Tangara cayana*), Jean, Rubens, Ana Paula, Diana e Wellita, além de Elisa e Flávio (novamente) que várias vezes me fizeram companhia durante o trabalho de campo.

Esses amigos me ajudaram inúmeras vezes a superar as dificuldades em diversas situações, a presença e a companhia deles foi muito valiosa e facilitou a gestação e o parto deste meu quarto rebento.

Helena Maura Torezan Silingardi recebeu bolsa de Mestrado da Capes.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	1
ABSTRACT	2
REFERENCIAL TEÓRICO	3
INTRODUÇÃO	9
MATERIAL E MÉTODOS	11
Área de estudo	11
Caracterização das espécies	11
Distribuição das espécies	16
Fenologia	16
Biologia floral	17
Visitantes florais	17
Sistema reprodutivo	18
Sementes	19
RESULTADOS	20
Fenologia	20
Biologia floral	24
Visitantes	28
Sistema reprodutivo	31
Frutos e sementes de <i>Myrcia rostrata</i>	34
Frutos e sementes de <i>Myrcia tomentosa</i>	35

DISCUSSÃO

.....	37
Fenologia	37
Biologia floral e polinizadores	41
Sistema reprodutivo	44
CONCLUSÕES FINAIS	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

RESUMO

Torezan-Silingardi, H. M. 2002. Ecologia da reprodução de *Myrcia rostrata* DC e *Myrcia tomentosa* (Aubl.) DC (Myrtaceae) em Uberlândia, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia, MG. 53p.

A família Myrtaceae é bem representada nos Neotrópicos, sendo seus indivíduos sempre verdes e seus frutos carnosos uma importante fonte de recursos alimentares para vertebrados e invertebrados, tanto em áreas conservadas quanto em áreas degradadas, o que mostra sua importância para esses ecossistemas. Este estudo enfocou a biologia da reprodução de *Myrcia rostrata* DC e *Myrcia tomentosa* (Aubl.) DC, espécies de um dos maiores gêneros da família e amplamente distribuídas nas matas e cerrados *lato sensu* da América do Sul. Suas flores pequenas e hermafroditas apresentam síndrome de melitofilia, típica para a família. O pólen é o único recurso oferecido para pequenas abelhas sociais (*Trigona*, *Apis* e *Augocloropsis*). A floração de *M. rostrata* é do tipo “multiple bang” e a de *M. tomentosa* é do tipo “pulsed bang”, após as chuvas da primavera, padrão semelhante a outras espécies de Myrtaceae. Seus botões florais podem manter-se quiescentes por até 3 meses, à espera do aumento de umidade. As polinizações controladas indicaram que as espécies são xenógamas facultativas, como a maior parte das espécies de Myrtaceae estudadas, com maior frutificação por polinização cruzada do que por autopolinização manual. A alta frutificação natural de *M. rostrata* e *M. tomentosa* sugere que a polinização natural na E. E. do Panga foi eficiente para essas espécies, contudo, a predação por larvas no interior de botões florais, principalmente de *M. tomentosa*, diminuiu seu sucesso reprodutivo pré-emergente. Outros estudos relacionados são necessários para determinar as consequências dessas interações no sucesso reprodutivo dessas espécies.

Palavras chave – Myrtaceae, *Myrcia rostrata*, *Myrcia tomentosa*, cerrado, Brasil, ecologia reprodutiva.

ABSTRACT

Torezan-Silingardi, H. M. 2002. Reproductive ecology of *Myrcia rostrata* DC. and *Myrcia tomentosa* (Aubl.) DC. (Myrtaceae) from Uberlândia, MG, Brazil. Master Thesis in Ecology and Conservation of Natural Resources. Uberlândia Federal University, Uberlândia, MG, Brazil.

Myrtaceae is a very common Neotropical family, its evergreen species and fresh fruits are important food sources for vertebrates and invertebrates, in preserved areas as well as degraded ones, which points out its importance to those ecosystems. We studied the reproductive ecology of two species from one of the biggest genus in this family, *Myrcia rostrata* DC. and *Myrcia tomentosa* (Aubl.) DC., which are easily found in South American forests and Cerrados. Its small hermaphrodite flowers are bee-pollinated, as usual for species of Myrtaceae. Pollen is the sole reward offered to small colonial bees (*Trigona*, *Apis*, *Augocloropsis*). *M. rostrata* has a "multiple bang" flowering strategy while *Myrcia tomentosa* has a "pulsed bang" one. The flowering period begins after the first spring rains, a common pattern of many Myrtaceae. Floral buds can remain quiescent for over three months waiting for the humidity to increase. Pollination experiments indicated these species are preferential outcrossing, as many Myrtaceae studied, setting more fruits with outbreeding than with self-pollination. High natural fruit-sets observed for both species denoted adequate pollinating services at Panga Ecological Reserve. However, the reduced pre-emergent reproductive success values observed mainly for *M. tomentosa* due to larval herbivory inside floral buds, makes more studies necessary to clarify this situation.

Key words – Myrtaceae, *Myrcia rostrata*, *Myrcia tomentosa*, cerrado, Brazil, reproductive ecology.

REFERENCIAL TEÓRICO

Este referencial teórico está direcionado para os leigos, os alunos de graduação e para os profissionais de outras áreas, introduzindo o assunto que está apresentado na forma de artigo científico a partir da Introdução até as Referências Bibliográficas.

Os estudos sobre a ecologia da reprodução vegetal abrangem aspectos da biologia da polinização, sistema reprodutivo, mecanismos de incompatibilidade e fenologia, entre outros (Gibbs 1990, Kearns & Inouye 1993). Essencialmente, são estudadas as adaptações das plantas que facilitam a sua reprodução, otimizando o transporte do pólen através da adequação das estruturas das flores aos seus agentes polinizadores (Gottsberger 1977, Faegri & Pijl 1980, Feinsisger 1983, Waser 1983, Barbosa 1997), e as formas de controle da qualidade do pólen que chega efetivamente nas flores, que são principalmente os mecanismos de incompatibilidade (Karkkainen et al. 1999).

As interações planta-animal são dependentes da biologia das espécies envolvidas, como horário de abertura da flor e sua duração, recurso disponibilizado para o polinizador, morfologia da flor e do visitante, estratégia do animal durante a visita, etc. (Faegri & Van der Pijl 1980, Proctor et al. 1996). Dados como esses fazem parte do embasamento teórico necessário para projetos de conservação da biodiversidade e recuperação de áreas degradadas (Kearns & Inouye 1993), pois podem guiar programas de escolha de áreas prioritárias para a conservação e indicar as espécies mais adequadas à recolonização de locais perturbados. Tais projetos requerem informações a respeito das espécies vegetais que podem fornecer recursos como alimento e local para nidificação de animais (Tabarelli et al. 1999), barreiras físicas naturais para minimizar o efeito de borda impedindo a entrada de espécies exóticas e ruderais (Terborg 1992, Tabarelli et al. 1999), identificação de polinizadores (específicos e eventuais)

e dispersores potenciais, assim como a identificação dos sistemas de incompatibilidade, os quais afetam diretamente a variabilidade gênica local (Kearns & Inouye 1993, Marini-Filho & Parentoni-Martins 2000). Muitas dessas informações são fornecidas pelos estudos de ecologia da reprodução (Kearns & Inouye 1993).

As informações sobre a biologia reprodutiva vegetal nos auxiliam a compreender as interações que ocorrem entre populações animais e vegetais, assim como seu processo evolutivo e adaptativo (Faegri & Van der Pijl 1980, Feinsinger 1983). Quando esses estudos envolvem espécies simpátricas que possuem os mesmos polinizadores, eles podem nos fornecer informações sobre a filogenia e o desenvolvimento das características florais nos grupos estudados (Stiles 1985, Armbruster 1997, Saraiva et al. 1988, Barros 1989, Oliveira et al. 1992).

A família Myrtaceae é composta por 132 gêneros com 3.675 espécies (Nic-Lughadha & Proença 1996). Ocorre no mundo todo, principalmente nos continentes que tiveram conexão com a Gondwana, sendo que seus grandes centros de dispersão foram Austrália, onde é mais diversificada, e as Américas (Johnson & Briggs 1981, 1984). As Mirtáceas nativas da América tropical e sub-tropical pertencem à sub-família Myrtoideae, que apresenta 60 gêneros com 2.375 espécies (Nic-Lughadha & Proença 1996). As Myrtoideae apresentam alta importância ecológica principalmente em áreas da América do Sul com temperaturas amenas, suprimento constante de água e solos pobres levemente ácidos (Proença 1991). São plantas lenhosas de porte arbustivo ou arbóreo, com ritidomas que se soltam anualmente do caule. Suas folhas inteiras possuem glândulas de óleo que aparecem como pontuações no limbo contornado pela nervura marginal.

A família Myrtaceae, subfamília Myrtoideae, é uma das mais importantes nas comunidades neotropicais (Berg 1857, Mori et al. 1983, Nakagima et al. 1996, Guilherme et al. 1998, Mendonça et al. 1998), em formações florestais (Rodrigues et al. 1989, Peixoto &

Gentry 1990, Almeida-Scabia 1996, Fabris & Cesar 1996, Sanchez et al. 1999) assim como em quase todas as formas de cerrado da região sudeste (Kawasaki 1989, Barbosa 1997, Costa & Araújo 2001) e centro-oeste do Brasil (Proença 1991, Proença & Gibbs 1994, Oliveira & Gibbs 2000). Elas estão entre as famílias de espécies lenhosas mais numerosas, sendo comuns nos cerrados e na floresta Atlântica brasileira (Nic Lughadha 1998). As Myrtaceae também são encontradas na caatinga e em campos rupestres de altitude (Nic-Lughadha 1998). Estudos florísticos e fitossociológicos caracterizaram essa família como um dos principais taxa nas florestas do norte (Ferreira & Merona 1987), nordeste (Mori et al. 1983), centro-oeste (Mendonça et al. 1998), sudeste e sul do Brasil (Gandolfi et al. 1995, Fabris & César 1996, Arantes 1997, Barbosa 1997, Dias et al. 1998, Morellato et al. 2000).

As Myrtoideae apresentam frutos carnosos baciformes ou drupóides (Cronquist 1981) que servem de alimento para a fauna (Nic Lughadha & Proença 1996). Suas espécies estão representadas nos estratos arbóreo, arbustivo, subarbustivo e herbáceo (Arantes 1997, Mendonça et al. 1998) e muitas delas podem se desenvolver em áreas degradadas, auxiliando na recuperação de comunidades naturais e na recolonização de ambientes como espécies pioneiras (Barbosa 1997, Lorenzi 1998, Araújo et al. 1997).

A região tropical guarda a maior biodiversidade do planeta, coincidentemente, por falta de planejamento e políticas ambientais apropriadas essa diversidade vem sendo cada vez mais ameaçada pela ação antrópica (Ehrlich 1997). O cerrado *lato sensu* e a floresta Atlântica fazem parte do grupo de biomas mais ricos em biodiversidade e mais ameaçados do planeta (Myers et al. 2000), o que torna as pesquisas realizadas nesses ambientes muito importantes. Para que possamos minimizar a perda de espécies, é necessário promover estudos que dêem embasamento teórico para a identificação e proteção de áreas ricas em biodiversidade e para a regeneração de áreas alteradas (Myers et al. 2000).

No Brasil, a área de vegetação de cerrado *lato sensu* abrange cerca de 2 milhões de km², cerca de 23% do território nacional (Eiten 1972, 1990). Esse bioma é composto por diferentes fisionomias que variam quanto à cobertura herbácea e proporção de espécies lenhosas dentro de um gradiente de biomassa, são eles (ordenadamente): campo limpo, campo sujo, campo cerrado, cerrado *stricto sensu* e cerradão (Eiten 1972, 1979). A vegetação de cerrado apresenta ainda formações florestais que acompanham os rios: são as matas, veredas, matas de galeria e matas ciliares (Eiten 1972, Ribeiro et al. 1983, Rizzini 1963.a, 1963.b). Atualmente este bioma é o que mais sofre com a expansão da agricultura no Brasil (Dias 1990, Ratter et al. 1997, Oliveira & Marquis 2002). A riqueza florística do cerrado *lato sensu* ainda não é totalmente conhecida (Mendonça et al. 1998) e pode ser perdida rapidamente. As Mirtáceas estão entre as famílias mais numerosas no cerrado *lato sensu* com 214 espécies distribuídas em 14 gêneros (Mendonça et al. 1998). As Myrtaceae possuem o maior número de espécies até mesmo em algumas áreas de cerrado residual (Araújo et al. 1997). O gênero *Myrcia* predomina com 89 espécies. Seus indivíduos apresentam hábito variável (arbóreo, arbustivo, sub-arbustivo ou herbáceo) e são encontrados em vários ambientes dentro desse bioma, como campo limpo, campo úmido, campo sujo, campo rupestre, cerrado rupestre, cerrado *stricto sensu*, cerradão, mata de galeria, mata ciliar, mata inundável, mata seca e vereda (Mendonça et al. 1998).

Nic Lughadha & Proença (1996), em sua revisão sobre a biologia reprodutiva das Myrtoideae, descrevem-nas como um grupo onde há uma grande uniformidade quanto à estrutura floral e morfologia polínica. A maioria de suas espécies produz muitas flores pequenas por dia em cada árvore, o que sugere uma alta taxa de geitonogamia. Contudo, os baixos valores de sucesso reprodutivo pré-emergente caracterizam suas espécies como predominantemente alógamas. Os altos níveis de alogamia apesar da situação favorável à autogamia indicam a presença de barreiras à autopolinização, como a auto-incompatibilidade

(Beardsell et al. 1993). Muitas de suas espécies possuem mecanismos de autoincompatibilidade de ação tardia (Proença & Gibbs 1994 e Nic-Lughadha 1998).

O sistema reprodutivo das Myrtoideae varia desde espécies dióicas estritamente alógamas a espécies autógamas e até apomíticas. Mas comumente, mesmo em espécies autógamas existe maior formação de frutos por polinização cruzada. Este aumento na frutificação de grande parte das Mirtáceas após a polinização cruzada pode estar relacionado também com a limitação de recursos ambientais, ou material genético deficiente oriundo principalmente de autopolinizações com formação de embriões homozigotos para alelos recessivos (Karkkainen et al. 1999).

Os altos níveis de xenogamia podem ser mantidos mesmo em espécies autocompatíveis através de estratégias florais que favoreçam comportamento de forrageamento específico dos polinizadores, como as linhas de captura (trap-lining) em plantas com poucas flores recém abertas por dia, num longo período de floração (Proença 1991). Mas na maioria das Mirtáceas, a produção de flores em grandes quantidades mencionada anteriormente favorece comportamento oportunista dos polinizadores.

Suas flores de vida curta oferecem apenas o pólen para atrair visitantes, especialmente abelhas. Essas abelhas variam quanto ao tamanho e estratégia de coleta de pólen, como a coleta por raspagem ou a por vibração (buzz pollination). Os diferentes tamanhos e comportamento dos polinizadores refletem a variedade de tamanho e fenologia floral além das estratégias de floração encontradas na família (Nic-Lughadha & Proença 1996).

Tal como na polinização, apesar de predominantemente zoocóricas, as Myrtoideae apresentam grande variedade morfológica de frutos. Os frutos zoocóricos variam quanto à cor, tamanho, textura, número e tipo de sementes e morfologia do embrião (Nic Lughadha & Proença 1996).

Embora comuns no cerrado (*lato sensu*), com muitas espécies interessantes para a conservação de áreas naturais (Tabarelli et al. 1999) as Myrtaceae brasileiras são ainda pouco estudadas quanto a sua ecologia reprodutiva (Proença 1991, Proença & Gibbs 1994, Torezan-Silingardi & Del-Claro 1998, Nic Lughadha 1998). O gênero *Myrcia*, comum nas formações florestais e nos cerrados brasileiros (Landrum & Kawasaki 1997, Mendonça et al. 1998) é o objeto desse estudo, onde visamos caracterizar a ecologia reprodutiva e os visitantes florais de *Myrcia rostrata* DC. e *Myrcia tomentosa* (Aubl.) DC., espécies comuns nas matas e cerrados mineiros, amplamente distribuídas na Estação Ecológica do Panga, município de Uberlândia, Minas Gerais.

INTRODUÇÃO

Apesar de ser a família dominante em muitos ambientes neotropicais, entre eles o cerrado (*lato sensu*), com muitas espécies interessantes para a conservação de áreas naturais (Tabarelli 1999), as Myrtaceae ainda não foram suficientemente estudadas, especialmente no que diz respeito a sua biologia reprodutiva (Proença 1991, Proença & Gibbs 1994, Nic Lughadha & Proença 1996, Torezan-Silingardi & Del-Claro 1998, Nic Lughadha 1998).

A família Myrtaceae é composta por 132 gêneros com 3.675 espécies (Nic Lughadha & Proença 1996). Ocorre no mundo todo, principalmente nos continentes que tiveram conexão com a Gondwana, sendo que seus grandes centros de dispersão foram a Austrália, onde é mais diversificada, e as Américas (Johnson & Briggs 1981, 1984). As Mirtáceas encontradas na América tropical e sub-tropical pertencem à sub-família Myrtoideae, que apresenta 60 gêneros com 2.375 espécies (Nic Lughadha & Proença 1996).

As Myrtoideae tem alta importância ecológica principalmente em áreas da América do Sul com temperaturas amenas, suprimento constante de água e solos pobres e levemente ácidos (Proença 1991). Normalmente está em evidência em áreas de cerrado *lato sensu* (Ratter et al. 1997), às vezes com a mesma importância que as Vochysiaceae em áreas do Distrito Federal com vegetação típica de cerradão (Ribeiro et al. 1983) e também em matas mesófilas. São plantas lenhosas de porte arbustivo ou arbóreo, com folhas inteiras que possuem glândulas de óleo que aparecem como pontuações no limbo. Muitas de suas espécies possuem flores pequenas e produzem muitas flores por dia em cada árvore, o que sugere uma alta taxa de geitonogamia. Muitas de suas espécies possuem mecanismos de autoincompatibilidade de ação tardia (Proença & Gibbs 1994 e Nic Lughadha 1998). Contudo, outros parâmetros sugerem que as espécies da família sejam comumente

xenógamas facultativas (Nic-Lughadha & Proença 1996). Os altos níveis de alogamia, apesar da situação favorável à autogamia, indicam a presença de barreiras de auto-incompatibilidade (Beardsell et al. 1993). As espécies estudadas são predominantemente autógamas facultativas. Os altos níveis de xenogamia podem ser mantidos mesmo em espécies autocompatíveis através de estratégias florais que favoreçam certas estratégias de forrageamento dos polinizadores (Proença 1991), como as linhas de captura (trap-lining) em plantas com poucas flores recém abertas por dia num longo período de floração. O sistema reprodutivo das Myrtoideae varia desde espécies dióicas estritamente alógamas a espécies autógamas e até apomíticas (Nic-Lughadha & Proença 1996).

Os estudos sobre a ecologia da reprodução vegetal abrangem aspectos da biologia da polinização, biologia floral, sistema reprodutivo, reações de incompatibilidade e fenologia, entre outros (Gibbs 1990, Kearns & Inouye 1993). Estes estudos, quando envolvem espécies simpátricas que possuem os mesmos polinizadores podem fornecer ainda informações sobre a filogenia e o desenvolvimento das características florais (Stiles 1985, Armbruster 1986, Saraiva et al. 1988, Barros 1989, Oliveira et al. 1992, Proença & Gibbs 1994).

O gênero *Myrcia*, comum nas formações florestais e predominante nos cerrados brasileiros (Landrum & Kawasaki 1997, Mendonça et al. 1998), foi estudado com o objetivo de caracterizar a ecologia reprodutiva e os visitantes florais de *Myrcia rostrata* DC. e *Myrcia tomentosa* (Aubl.) DC., espécies comuns nas matas e cerrados do triângulo mineiro e amplamente distribuídas na Estação Ecológica do Panga, município de Uberlândia, Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado de setembro de 1999 até dezembro de 2001 na Estação Ecológica do Panga (Fig. 1), uma RPPN pertencente à Universidade Federal de Uberlândia. A Estação dista 30 km da cidade de Uberlândia, com área total de 403,85 hectares. Está localizada entre os paralelos 19°9'20" e 19°11'10" S e entre os meridianos 48°23'20" e 48°24'35" W, apresentando altitude média de 800 m (Schiavini & Araújo 1989). A região apresenta clima Aw megatérmico pela classificação de Köppen, a temperatura média anual é de 22° C e o total pluviométrico é de 1500 mm por ano (Rosa et al. 1991). Nessa região a sazonalidade é acentuada, apresentando uma estação seca bem definida de maio a setembro e outra chuvosa de outubro a abril (Rosa et al. 1991). A reserva apresenta vegetação característica do bioma de cerrado, com a maioria dos tipos fitofisionômicos do Brasil Central, incluindo tipos savânicos e florestais (Schiavini & Araújo 1989).

Caracterização das espécies

O gênero *Myrcia* esta bem representado em todas as regiões do território brasileiro. A E. E. do Panga apresenta 36 espécies de Myrtaceae, sendo nove do gênero *Myrcia* (Arantes 1997). *Myrcia rostrata* (Fig. 2) e *Myrcia tomentosa* (Fig. 3) apresentam características típicas do gênero, como folhas opostas simples e de margem lisa, flores distribuídas em grandes panículas axilares. Suas flores efêmeras são hermafroditas, de simetria radial, perfumadas, geralmente pentâmeras e com receptáculo bem desenvolvido. Seus estames são numerosos e o pólen é pulverulento. A florada ocorre no início primavera e os frutos carnosos servem de alimento para a fauna local (Arantes 1997, Landrum & Kawasaki 1997, Lorenzi 1998). O

levantamento fitossociológico realizado por Paula (1997) caracterizou a família Myrtaceae como a de segunda maior riqueza florística no cerradão da E. E. do Panga. *Myrcia rostrata* foi a 10ª colocada em IVI, com densidade absoluta igual a 33 indivíduos, enquanto *Myrcia tomentosa* foi a 15ª em IVI, com densidade absoluta de 23.

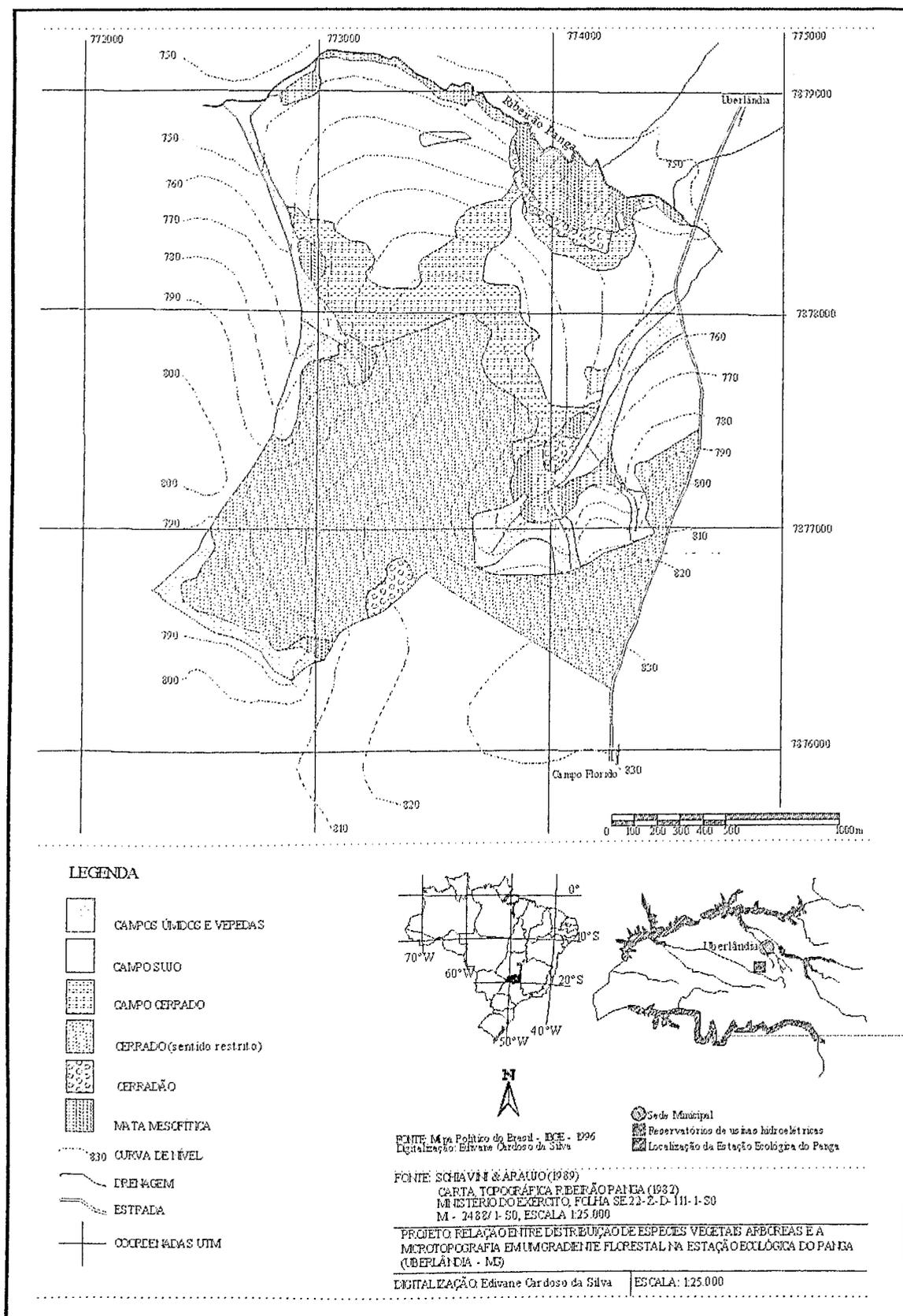
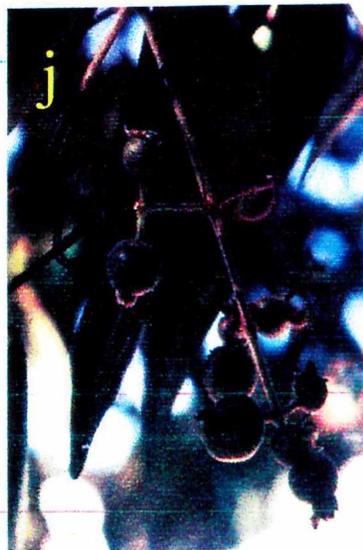
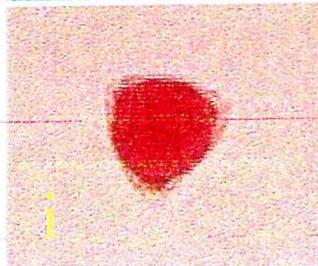
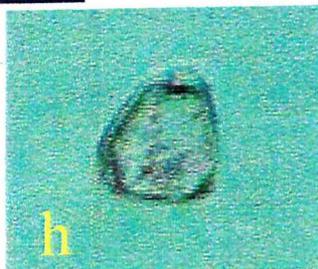
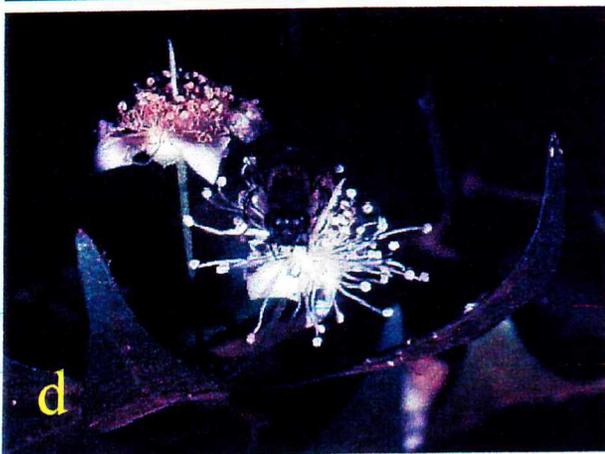
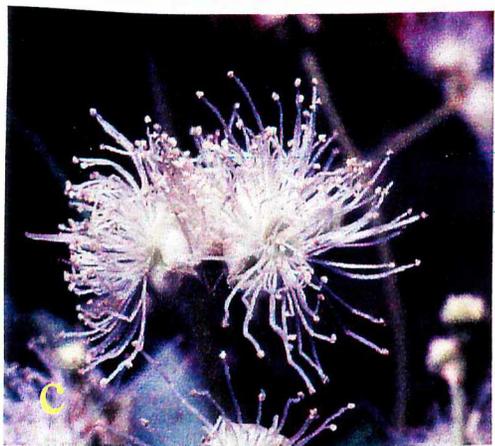
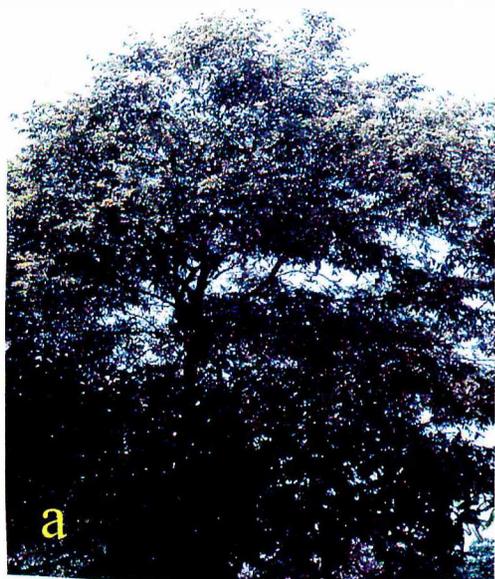


Figura 1: Mapa da Estação Ecológica do Panga adaptado de Schiavini & Araújo (1989)

Figura 2 : Características morfológicas e reprodutivas de *Myrcia rostrata* : a- indivíduo adulto, b- botão floral em início de antese, c- flor recém aberta, d- *Trigona* sp1 coletando pólen por raspagem em flor de 1º dia, em segundo plano há uma flor de 2º dia, e- fruto jovem, f- *Augocloropsis*, *Augoclorini* sp1 coletando pólen por raspagem em flor de 1º dia, g- ramo floral com botões em antese marcados para auto polinização manual e polinização cruzada manual, h- grão de pólen inviável (sem citoplasma corado), i- grão de pólen viável (com citoplasma corado), j- fruto com inseto imaturo predando a semente.



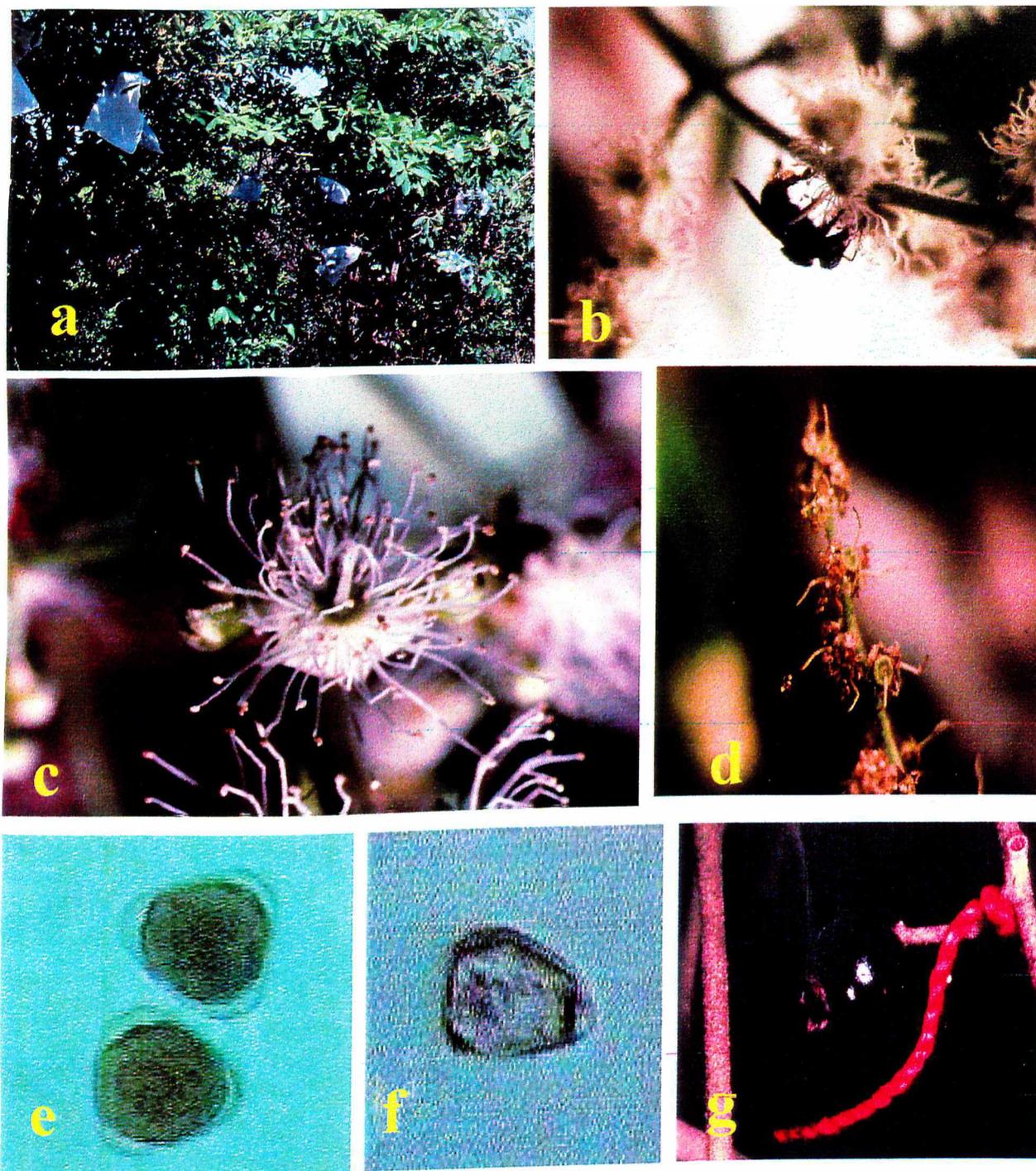


Figura 3. Características morfológicas e reprodutivas de *Myrcia tomentosa*: a- indivíduo adulto, b- *Trigona hyalinata* coletando pólen por raspagem em flor de 1º dia, c- flor recém aberta, d- flor no 3º dia, sem estames e pétalas, e- grão polínico viável (citoplasma corado), f- grão polínico inviável (sem citoplasma corado), g- fruto maduro originado de polinização cruzada manual.

Distribuição das espécies

Myrcia rostrata é amplamente distribuída na América do Sul tropical e subtropical encontrada no Brasil extra-amazônico até o estado de Santa Catarina (Legrand & Klein 1969, Lorenzi 1998). Seus indivíduos apresentam crescimento rápido, podendo chegar a 2 metros de altura aos 2 anos (Lorenzi 1998), sendo que árvores desse porte já produzem flores e frutos (observação pessoal). No cerrado (*stricto sensu*) pode chegar a 6m de altura e nas matas sua copa é irregular e pode alcançar até 12m. É citada como espécie pioneira (Gandolfi et al. 1995) adequada a recomposição de ambientes alterados ou degradados, e à arborização urbana (Lorenzi 1998). Na E. E. do Panga *M. rostrata* é encontrada em campos cerrados, cerrado *stricto sensu*, cerradão, bordas de mata, mata de galeria, clareiras e áreas alteradas (Schiavini 1992, Arantes 1997).

M. tomentosa é amplamente distribuída pela região neotropical, do Panamá até o sudeste do Brasil (Legrand & Klein 1969), encontrada no Brasil Central em matas semidecíduas de altitude e cerrado *stricto sensu*, ocorrendo preferencialmente em formações secundárias de terrenos bem drenados (Lorenzi 1998). *M. tomentosa* alcança de 6 m a 8 m no cerrado, nas matas e bordas de mata pode alcançar até 12 m com copa irregular. Na E. E. do Panga pode ser vista no cerrado *stricto sensu*, cerradão, matas mesófilas (Schiavini 1992, Arantes 1997), e em bordas de mata (observação pessoal).

Fenologia

A fenologia foi acompanhada mensalmente com metodologia adaptada de Morellato et al. (2000). *M. rostrata* foi acompanhada de agosto de 2000 a outubro de 2001, iniciando as observações com 43 e finalizando com 76 indivíduos. *M. tomentosa* foi acompanhada de setembro de 2000 a outubro de 2001, iniciando as observações com 20 e finalizando com 49 indivíduos. O acréscimo de indivíduos foi feito gradualmente, mês a mês, para abranger

melhor as várias fisionomias presentes na E. E. do Panga e para compensar a perda de atividade reprodutiva dos indivíduos da área de borda do ribeirão Panga devido à geada. Para avaliar a fenologia observamos a presença de brotamento foliar, caducifólia, botões florais, flores e frutos. Cada fase recebeu notas de 0 a 3 dependendo da sua intensidade, sendo 0: ausente, 1: presente de 1 a 25% dos ramos, 2: presente de 26 a 75%, e 3: presente de 76 a 100%. Tal sistema de notas foi adaptado de Ribeiro & Castro (1986) e Fournier (1974). Esses dados foram ainda comparados com os obtidos por Arantes (1997) no período de setembro de 1995 a agosto de 1996 para as Mirtáceas da E. E. do Panga.

Biologia floral

Características florais como o diâmetro da flor, número de estames, número de óvulos, testes de viabilidade polínica com carmim acético (segundo Kearns & Inouye 1993) e a relação pólen óvulo, foram realizados com botões florais em pré-antese fixados em álcool 70%. A receptividade estigmática foi testada em botões florais recém abertos (de primeiro e segundo dias de antese), previamente ensacados, através da produção de bolhas na superfície estigmática pela reação com peróxido de hidrogênio. A relação pólen óvulo foi calculada com metodologia proposta por Cruden (1977) como o número médio de grãos de pólen por flor dividido pelo número médio de óvulos por flor.

Visitantes florais

Visitantes florais foram observados por dois dias, das 6:00 as 16:00 h no primeiro dia e das 6:00 às 12:30 h no segundo, com 5 minutos de observação livre e direta a cada meia hora (Martin & Bateson 1994), em árvores sem experimentação e com muitas flores recém abertas. No segundo dia as observações foram realizadas apenas durante a manhã, já que constatamos que os visitantes florais não retornavam no período da tarde. Os visitantes foram

coletados em plantas não experimentais com muitas flores recém abertas e identificados posteriormente.

Sistema Reprodutivo

O sistema reprodutivo foi avaliado com metodologia adaptada de Proença & Gibbs (1994) em 37 indivíduos de *M. rostrata* e 25 de *M. tomentosa*. Foram efetuadas polinizações controladas em flores previamente ensacadas com organza, de primeiro e segundo dias de antese (autopolinização e polinização cruzada, sendo que os estames não foram retirados devido às dimensões das flores). Os botões florais foram ensacados ainda jovens, assim que atingiram tamanho suficiente para serem individualizados. Emasculações foram realizadas em botões florais em pré-antese, nos quais parte das pétalas, os estames e a parte superior do pistilo foram previamente retirados, esse procedimento foi utilizado nas duas espécies apenas para testar agamospermia, devido ao tamanho reduzido dos botões florais. Nas polinizações manuais varias anteras deiscientes foram friccionadas contra a superfície estigmática. As flores polinizadas foram etiquetadas e acompanhadas periodicamente para se constatar o desenvolvimento do ovário ou o aborto da flor. Polinizações naturais foram observadas em ramos marcados com linha colorida etiquetada. Ramos com botões florais previamente contados foram ensacados para a verificação de autopolinizações espontâneas.

O índice de auto-incompatibilidade (ISI) foi calculado pela divisão da porcentagem de frutificação após autopolinização pela porcentagem de frutificação após polinização cruzada, de acordo com Bullock (1985). O sucesso reprodutivo pré-emergente (PERS), caracterizado por Wiens et al. (1987) como a porcentagem de óvulos que matura em sementes, foi calculado como a porcentagem de frutificação natural multiplicada pelo número de sementes no fruto e dividida pelo número de óvulos na flor. A eficácia

reprodutiva foi calculada como a frutificação natural dividida pela frutificação após polinização cruzada manual segundo Ruiz & Arroyo (1978).

Sementes

Para verificar a presença de sementes herbivoradas ou predadas, foram coletados e analisados em laboratório 20 frutos de cinco indivíduos de cada espécie. Esse dado mostra a porcentagem de frutos aparentemente íntegros, porém com sementes inviáveis, os quais podem ser confundidos com frutos perfeitos durante a amostragem da frutificação.

Para verificar a taxa de germinação utilizamos metodologia proposta por Yagihashi et al. (1998). Três lotes com 100 sementes receberam diferentes tratamentos, a- sementes sem polpa: sementes com a polpa manualmente removida foram lavadas em água corrente, plantadas e regadas com água; b- sementes intactas: sementes dentro de frutos íntegros foram plantadas e irrigadas com água; c- sementes regadas com o próprio suco: sementes com a polpa manualmente removida foram lavadas em água corrente, plantadas e regadas com 5 ml do suco obtido a partir da polpa. As sementes foram plantadas quatro dias após a colheita em semeadeiras de isopor com Substrato Agrícola Plantmax HT (fabricado pela Eucatex), a 5 mm da superfície e regadas com água a cada dois dias. Diariamente foram monitoradas para detectarmos o surgimento de partes aéreas que caracterizariam a germinação.

RESULTADOS

Fenologia

Os dados climatológicos para o período de estudo são apresentados juntamente com dados de floração das Myrtaceae da E. E. do Panga compilados de Arantes (1997) (Fig. 4). Os dados fenológicos reprodutivos e vegetativos para *Myrcia rostrata* e *M. tomentosa* são apresentados na figura 5.

A dinâmica de floração de *M. rostrata* durante o período observado foi anual e regular, apesar de ter ocorrido uma florada curta excepcional em abril de 2000.

Os botões florais podem se manter quiescentes por até três meses a espera do aumento de umidade. A floração ocorre intensamente após as chuvas da primavera, de setembro a dezembro. *M. rostrata* floresceu ao longo de 13 semanas, do final de setembro a meados de dezembro de 2001. No ano anterior o período de floração apresentou a mesma duração, porém começou duas semanas antes. *M. tomentosa* floresceu por apenas 3 dias num período de 5 semanas, do final de agosto ao final de setembro de 2001. Em 2000 a florada teve a mesma duração porém começou duas semanas antes. Dias com flores foram intercalados por vários dias sem flores, para ambas as espécies, que diferiram quanto à quantidade de flores por dia, ao número de dias com flores e quanto à sincronização dos indivíduos. A dinâmica de floração de *M. rostrata* foi caracterizada por um longo período com muitas ou poucas flores abertas em dias não consecutivos e sem sincronização perfeita entre os indivíduos da população, enquanto que a dinâmica de floração de *M. tomentosa* foi caracterizada por apenas três dias com muitas flores abertas por indivíduos muito melhor sincronizados, onde dias com muitas flores foram intercalados por vários dias sem flores, em um curto espaço de tempo. Apesar dos períodos de floração sobrepostos, *M. rostrata* e *M. tomentosa* não produziram flores exatamente nos mesmos dias.

Mesmo com uma floração massiva, não houve sincronismo perfeito entre os indivíduos de cada espécie. Os indivíduos de *M. rostrata* apresentaram vários dias com muitas flores recém abertas intercalados por dias com poucas flores ou nenhuma flor. *M. tomentosa* apresentou apenas dois dias de antese floral por indivíduo, sendo que o segundo dia de antese da maioria dos indivíduos coincidiu com o primeiro dia de antese de algumas poucas árvores atrasadas.

O período de frutificação de *M. rostrata*, assim como o de *M. tomentosa*, ocorreu de dezembro a janeiro, com maturação não sincronizada entre os frutos de cada indivíduo (Fig. 5).

A brotação foliar foi contínua ao longo do ano apenas para *M. rostrata*, mas sempre com pequena intensidade. A caducifolia nunca foi intensa e mostrou-se irregular, para ambas as espécies, ao longo do ano (Fig. 5).

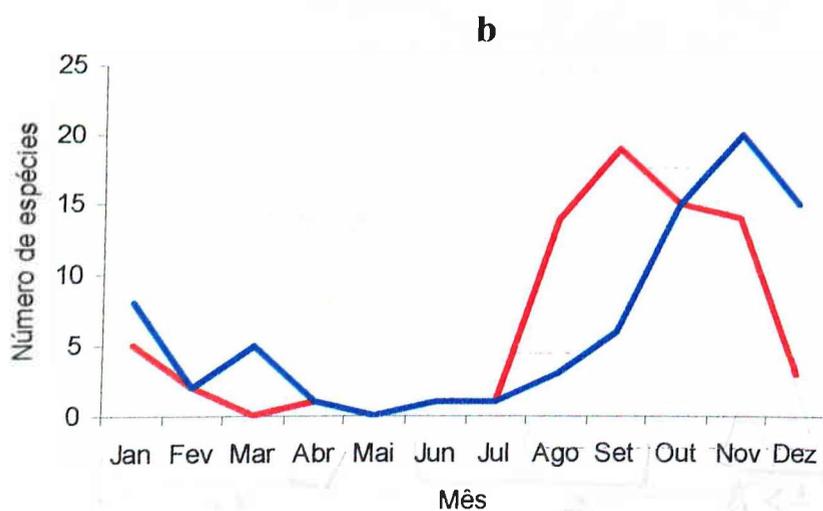
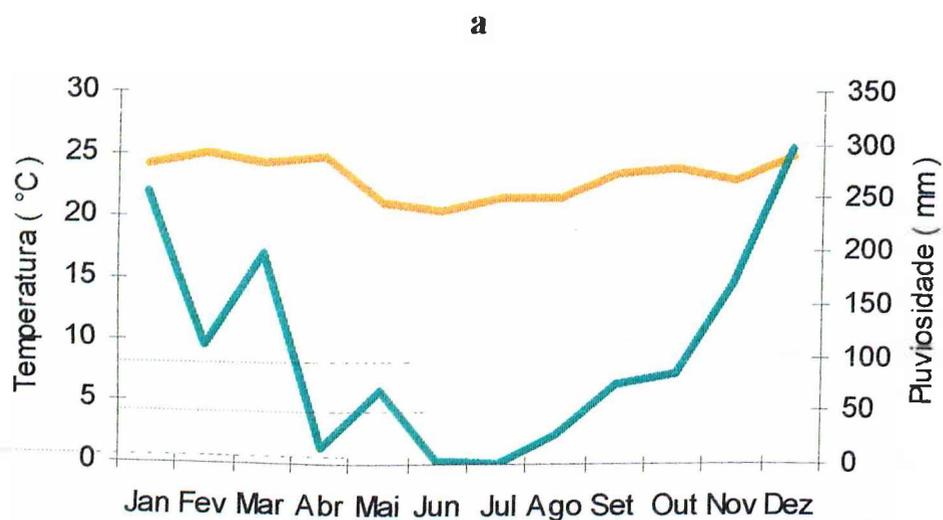
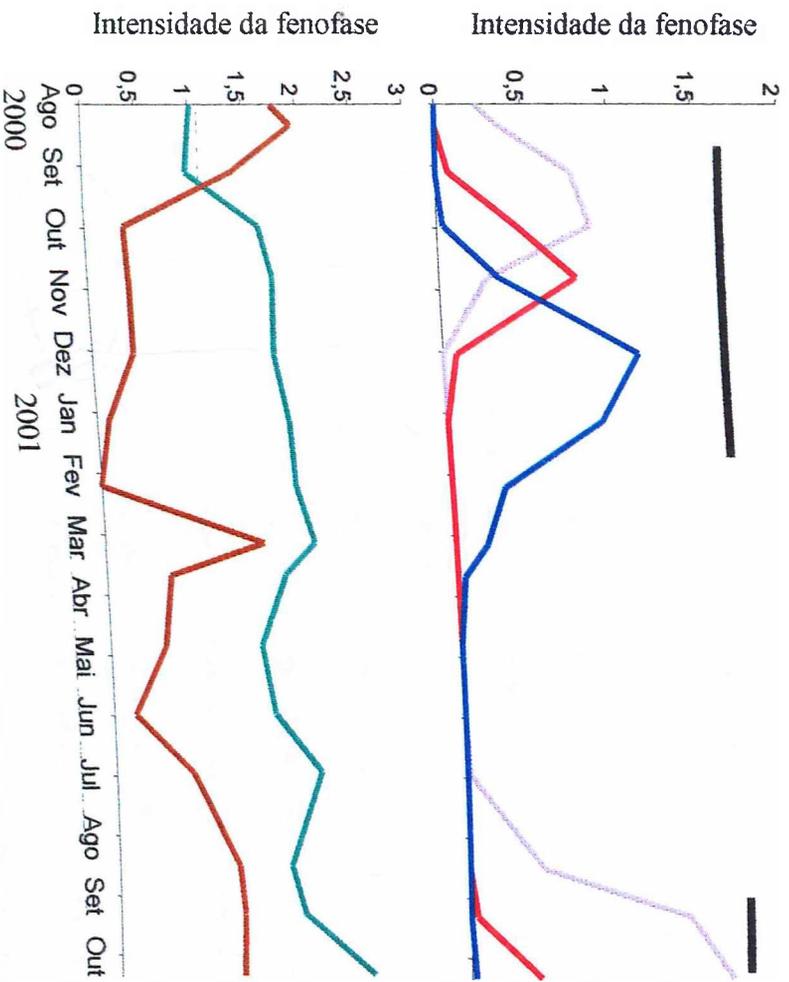
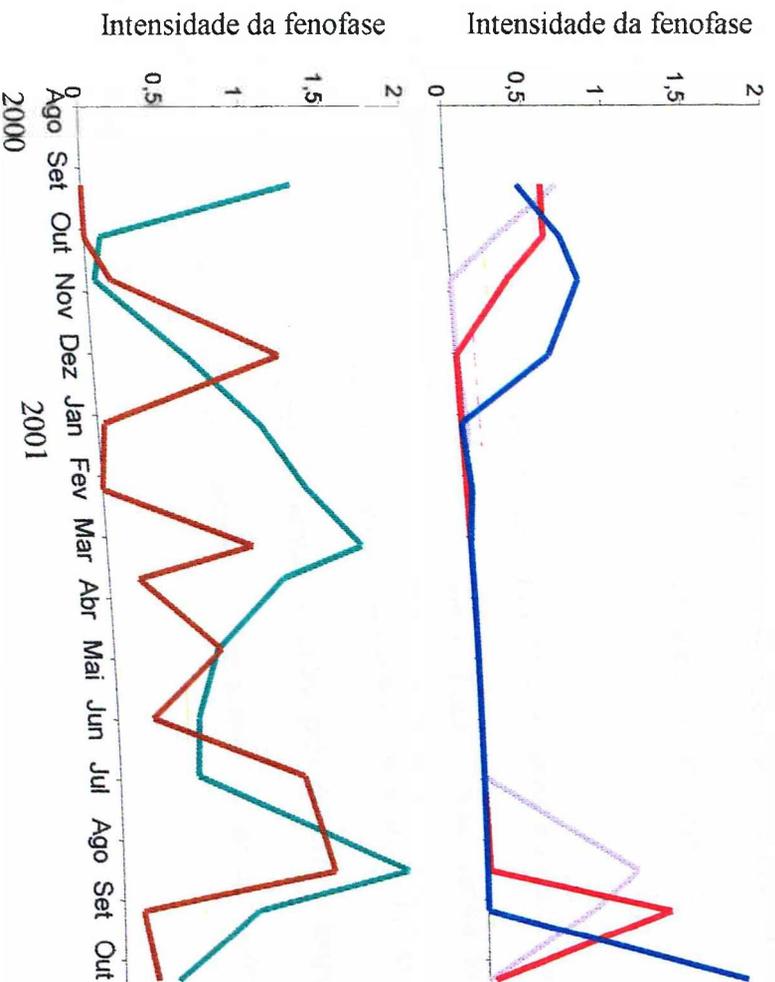


Figura 4: a- Pluviosidade (linha verde) e temperatura (linha laranja) obtidos a partir de dados cedidos pelo Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos do Instituto de Geografia da UFU para o ano de 2001. b- Floração (linha vermelha) e frutificação (linha azul) de 32 espécies de Myrtaceae na E. E. do Panga segundo Arantes (1997)

Myrcia rostrata*Myrcia tomentosa*

Biologia floral

As flores das espécies estudadas são epíginas e apresentam simetria radial, com diâmetro floral variando de 13 a 15 mm para *M. rostrata* (n=6) e de 7 a 10 mm para *M. tomentosa* (n=6), e estão reunidas em inflorescências do tipo panícula nas duas espécies. Possuem cinco pétalas livres e brancas e cálice verde. Os estames são numerosos tanto para *M. rostrata* quanto para *M. tomentosa*, respectivamente: $109,07 \pm 13,3$ (n=15, três anteras por flor) e $42,08 \pm 6,3$ (n=12, duas anteras por flor). Os filetes glabros medem 4 e 3 mm respectivamente. As anteras têm deiscência longitudinal e apresentam-se num só nível ao redor do pistilo. O pólen é pulverulento e abundante. Nas duas espécies o estilete é branco, medindo respectivamente 5 e 4 mm e a superfície estigmática é puntiforme e seca. Apenas *M. rostrata* apresenta pilosidade no estilete. O hipanto prolongado acima do ovário foi observado apenas em *M. tomentosa*. O ovário é bilocular com 4 óvulos anátropos de placentação axilar para *M. rostrata* (n=25) e para *M. tomentosa* (n=12). O embrião de ambas as espécies é do tipo mircióide, este tipo de embrião descrito por Candolle (1828) apud Nic Lughadha & Proença (1996) apresenta grandes cotilédones muito mais largos que o hipocótilo.

A antese floral começa as 6:00 h para *M. rostrata* e *M. tomentosa* e a partir daí o odor intenso e adocicado pode ser percebido à distância. A antese floral é característica do gênero *Myrcia*, com o estilete ficando ereto assim que as pétalas começam a abrir (Fig.6), depois disso os filetes se desencurvam e as anteras apresentam o pólen pela deiscência longitudinal. O pólen é o único recurso oferecido aos visitantes. O processo de antese ocorre mais rapidamente em dias quentes e secos.



Figura 6 : Início do processo de antese floral de *Myrcia tomentosa* (a) e *M. rostrata* (b) mostrando o estilete ereto e os filetes ainda dobrados

As flores de *M. rostrata* e *M. tomentosa* têm duração de 2 dias. As pétalas caem no terceiro ou quarto dia a partir da antese nas duas espécies. Os estames de *M. rostrata* caem no terceiro ou quarto dia após a antese. *M. tomentosa* perde as anteras já no primeiro dia devido aos movimentos dos insetos durante a visitação, flores ensacadas permanecem com as anteras no segundo dia de antese, os filetes caem nos dias seguintes. Os estiletes podem permanecer até a fase de fruto jovem nas duas espécies. O cálice também é persistente e as sépalas de *M. rostrata* são pilosas. Algumas características são variáveis ao longo do tempo (Tab. 1).

A relação pólen/óvulo calculada segundo Cruden (1977) foi de 16×10^3 para *M. rostrata* e $22,6 \times 10^3$ para *M. tomentosa*, caracterizando-as como espécies obrigatoriamente alógamas.

M. rostrata apresenta 98,21 % e *M. tomentosa* 78,89 % de viabilidade polínica. Esses valores serviram de base para o cálculo do número de grãos de pólen viáveis por flor que corresponde a 69.425 para *M. rostrata* (em um total de 70.690) e 71.505 para *M. tomentosa* (em um total de 90.650).

Tabela 1: Características florais variáveis ao longo do tempo em *Myrcia rostrata* e *Myrcia tomentosa* na E. E. do Panga.

Caracter	Primeiro dia	Segundo dia	Terceiro dia
Superfície estigmática	Receptiva	Receptiva	Não receptiva
Estilete	Ereto	Ereto	Curvo
Anteras	Presentes	Presentes em <i>M. rostrata</i> Ausentes em <i>M. tomentosa</i>	Ausentes
Coloração das anteras	Amarelo esbranquiçado	Amarelo intenso	Caramelo
Filetes	Presentes	Presentes	Ausentes
Posição dos filetes	Eretos	Curvados	Curvados
Pétalas	Presentes	Presentes	Ausentes

Visitantes

As flores de *M. rostrata* foram visitadas por abelhas *Scaptotrigona depilis* (Moure, 1942), *Scaptotrigona polystica* (Moure 1950), *Apis mellifera* Linneus, *Anthodioctes megachiloides* (Holmberg, 1903), pequenas Halictidae como *Augocloropsis* sp, *Thectochlora alaris* (Moore, 1940), *Dialictus* sp e por dípteros. Os visitantes serão comentados por ordem de frequência. As abelhas *Scaptotrigona depilis* e *Scaptotrigona polystica* chegaram logo após a antese (6:00-6:30h), seu pico de visitação foi de 8:00 a 10:30h e seus últimos indivíduos foram observados as 11:00h. As *Apis mellifera* foram observadas das 7:00 as 10:30h com pico de visitação entre 7:30 e 8:00h. As *Anthodioctes megachiloides* foram observadas das 7:00 as 10:30h e as *Augocloropsis* sp, *Thectochlora alaris* e *Dialictus* sp foram observadas raramente, após as 7:30h (Tab. 2). Nem todas as árvores com flores recém abertas foram visitadas, indivíduos de maior porte com um grande número de flores de primeiro dia de antese receberam muitos visitantes, enquanto que indivíduos pequenos, isolados e com poucas flores recém abertas tiveram um número de visitantes florais sensivelmente menor, algumas vezes nulo.

As flores de *M. tomentosa* foram visitadas e polinizadas por abelhas *Trigona hyalinata* (Lepelletier 1836), *Scaptotrigona depilis* (Moure, 1942), *Apis mellifera* (Linneus) e Megachilinae sp. Os visitantes mais numerosos foram *Trigona hyalinata* e *Scaptotrigona depilis*, observadas desde a antese (6:00-6:30h) até as 11:00h com pico de visitação entre 8:00h e 9:30h. As *Apis mellifera* foram visitantes freqüentes e visitaram as flores de 7:00h a 9:30h. Indivíduos de Megachilinae sp foram os menos observados, visitando sempre após as 7:30h (Tab. 2). Foram observados até três indivíduos Meliponini ao mesmo tempo numa flor, as *Apis mellifera* visitaram flores com Meliponini, porem não visitaram flores com outra *Apis*. As abelhas presentes numa mesma flor não apresentaram comportamento agonístico, mas sim indiferença frente   outra abelha, esse padrão ocorreu intra e interespecificamente.

Todas as árvores utilizadas no estudo foram intensamente visitadas nos três dias em que a população floriu em 2001, independentemente do seu porte ou da distância de outros indivíduos em flor.

Tanto em *M. rostrata* quanto em *M. tomentosa*, as abelhas coletaram o pólen por raspagem enquanto caminhavam rapidamente sobre as anteras de uma flor e sobre as flores de uma mesma inflorescência. Estes visitantes florais raspavam rapidamente a maioria das anteras de cada flor, contudo várias delas não eram tocadas, já que as visitas foram rápidas. Nem todas as inflorescências de uma mesma planta foram visitadas pela mesma abelha antes que ela voasse para uma outra árvore próxima, geralmente da mesma espécie e em flor. Dípteros foram observados raramente em flores recém abertas e em flores de segundo dia de *M. rostrata* se alimentando de pólen, suas visitas foram as mais demoradas durando aproximadamente 1' 30".

Tabela 2: Abundância dos visitantes florais de *Myrcia rostrata* e *Myrcia tomentosa* na

E. E. do Panga em 2001 (xxx – alta, xx – média, x – baixa).

Família			Espécie	<i>M. rostrata</i>	<i>M. tomentosa</i>
Apidae	Apinae	Apini	<i>Apis mellifera</i>	xxx	xx
			Meliponini	<i>Scaptotrigona polystica</i>	xxx
		<i>Scaptotrigona depilis</i>		xxx	xxx
		<i>Trigona hyalinata</i>		---	xxx
		Megachilidae	Megachilinae	Megachilinae sp	---
Anthidiini	<i>Anthodioctes megachiloides</i>			xx	---
Halictidae	Halictinae	Augochlorini	<i>Augochloropsis</i> sp	x	---
			<i>Dialictus</i> sp	x	---
			<i>Thectochlora alaris</i>	x	---

Sistema reprodutivo

Os tratamentos de polinizações controladas de *M. rostrata* (Tab. 3) e de *M. tomentosa* (Tab. 4) mostraram que essas espécies aceitam autopolinização, até mesmo formando frutos de autopolinização espontânea, porém a frutificação foi intensificada com a polinização cruzada. Os tratamentos de polinização caracterizaram ambas as espécies como alógamas facultativas. A diferença observada entre o número frutos oriundos de auto polinização e o número de frutos formados a partir de flores emasculadas para testar agamospermia não foi significativa.

Botões florais de *M. tomentosa* (n=17) que não se abriram porem tiveram a região do ovário intumescida, foram abertos no laboratório onde constatamos a presença de larvas de insetos galhadores em desenvolvimento no interior do pistilo. *M. rostrata* apresentou 2,07 % (n = 2.802) e *M. tomentosa* 3,62 % (n = 4.809) de botões florais intumescidos que permaneceram fechados com a presença de insetos galhadores.

O índice de autoincompatibilidade (ISI) de *M. rostrata* (0,307) e de *M. tomentosa* (0,574) as caracterizam como autógamas facultativas *sensu* Bullock (1985).

As taxas de sucesso reprodutivo pré-emergente (PERS) encontradas foram de 7,3 % para *M. rostrata* e de 12,7 % para *M. tomentosa*, classificando-as como xenógamas segundo Wiens et al (1987). O PERS e outras características reprodutivas de Myrtaceae do Cerrado são apresentados juntamente com os dados das espécies aqui estudadas (Tab. 5).

Tabela 3: Frutificação em *Myrcia rostrata* após tratamentos de polinização em 1999, 2000 e 2001.

Tratamentos	Flores	Frutos	Frutificação %
Autopolinização Manual, 1º dia	142	7	4,93
Autopolinização Manual, 2º dia	13	0	0
Autopolinização Espontânea	8.377	61	0,73
Polinização Cruzada, 1º dia	215	33	15,35
Polinização Cruzada, 2º dia	14	2	14,28
Polinização Natural	12.682	3.622	28,56
Flores Emasculadas (Apomixia)	182	0	0

Tabela 4: Frutificação em *Myrcia tomentosa* após tratamentos de polinização em 2001 (os resultados obtidos correspondem a frutos íntegros e frutos galhados).

Tratamentos	Botões florais	Frutos	Frutificação %
Autopolinização Manual, 1º dia	217	20	9,22
Autopolinização Manual, 2º dia	106	1	0,94
Autopolinização Espontânea	8.902	493	5,54
Polinização Cruzada, 1º dia	193	31	16,06
Polinização Cruzada, 2º dia	102	10	9,80
Polinização Natural	11.644	4.219	36,23
Flores Emasculadas (Apomixia)	150	6	4,00

Tabela 5: Frutificação natural em flores de Myrtaceae do Brasil Central

Espécies	Planta	Flores	Frutos	Frutificação %	SR*	ISI**	PERS***
<i>Eugenia dysenterica</i> ¹	2	325	22	6,8	AC	0,83	0,6 - 4,6
<i>Siphoneugena densiflora</i> ¹	2	244	31	12,7	AI	0	0,8 - 4,7
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> ¹	2	126	9	7,1	AI	0	0,7 - 7,1
<i>Campomanesia pubescens</i> ^o	6	81	15	18,5	AI	0,09	4,7
<i>Campomanesia velutina</i> ¹	1	122	10	8,2	AI	0	0,3 - 4,1
<i>Psidium firmum</i> ¹	10	152	67	44,1	AC	1,29	4,6 - 12,7
<i>Myrcia linearifolia</i> ¹	1	125	17	13,6	AI	0,12	2,3 - 6,8
<i>Myrcia rhodosepala</i> ¹	5	212	31	14,6	AC	1,24	2,5 - 7,3
<i>Eugenia ligustrina</i> ²	§	57	27	47,37	AC	0,38	§
<i>Calycorectes psidiiflorus</i> ²	§	53	5	9,43	AC	0,30	§
<i>Eugenia aurata</i> ³	3	50	47	94,0	AC	§	§
<i>Eugenia involucrata</i> ³	8	181	105	58,01	AC	1,687	§
<i>Eugenia puniceifolia</i> ³	5	20	14	70,0	AC	0,555	§
<i>Myrcia uveravensis</i> ³	5	205	48	23,41	AC	0,395	§
<i>Myrcia sp 1</i> ³	5	86	20	23,25	AC	§	§
<i>Myrcia rostrata</i> ⁴	37	12.682	3.622	28,56	AC	0,307	7,3
<i>Myrcia tomentosa</i> ⁴	24	11.644	4.219	36,23	AC	0,574	12,7

* SR, sistema reprodutivo (AC: auto compatível, AI: auto incompatível)

** ISI, índice de auto incompatibilidade segundo Bullock (1985)

*** PERS, sucesso reprodutivo pré-emergente segundo Wiens (1984)

¹ Dados obtidos por Proença & Gibbs (1994)

² Dados não publicados de G. Oliveira

³ Dados obtidos por Barbosa (1997)

⁴ Dados obtidos por Torezan-Silingardi & Oliveira no presente estudo

^o Dados obtidos por Torezan-Silingardi & Del-Claro (1996) cedidos para Proença & Gibbs (1994)

§ Dados não disponíveis

Frutos e sementes de *Myrcia rostrata*

Os frutos jovens já possuem o formato cilíndrico final. Os frutos maduros são bagas cilíndricas com até 14 mm de comprimento, de coloração negra e polpa adocicada. As sementes protegidas pela polpa suculenta sugerem dispersão zoocórica, principalmente pela avifauna. Cada fruto apresenta usualmente uma semente (97%) sendo raramente encontrada duas por fruto (n = 100).

A frutificação natural de *M. rostrata* foi intensa, alcançando 28,56 % (média para os três anos). Em 2001, a frutificação inicial foi de 36,04 % em 14 de novembro e representou o percentual de frutos jovens em desenvolvimento. A frutificação final de 23,63 % em 28 de novembro mostrou a porcentagem de frutos que já haviam chegado ao tamanho final, porém ainda não podiam ser considerados maduros, já que a maioria apresentava pericarpo rijo e verde ou rosado.

As sementes de *M. rostrata* parecem ser recalcitrantes, perdendo a viabilidade após 30 dias (obs. pessoal). As taxas de germinação de sementes formadas em flores naturalmente polinizadas e plantadas até quatro dias após a colheita apresentaram os seguintes valores: 25 % de germinação para sementes plantadas sem a polpa e lavadas em água corrente, 2 % de germinação para sementes plantadas ainda no interior da polpa íntegra, e 17 % de germinação para sementes sem polpa regadas no primeiro dia com o suco da polpa. Foram utilizadas 100 sementes para cada tratamento. A germinação ocorreu do 9º ao 11º dia após o plantio.

Dos frutos formados a partir de polinização natural, 18 % apresentaram predação ou herbivoria de sementes, com 85 sementes íntegras formadas a partir de 100 frutos (20 frutos por árvore), correspondendo a 17,5 % de sementes herbivoradas (predadas) por fruto.

O PERS, calculado considerando apenas o número de sementes viáveis ou íntegras em 100 frutos, é igual a 6,1 %.

Frutos e sementes de *Myrcia tomentosa*

Os frutos são pequenas bagas esféricas, de até 9 mm de diâmetro, com coloração negra e polpa adocicada. Cada fruto globoso pubescente pode apresentar de uma a quatro sementes. Os frutos analisados (n=100) apresentaram apenas uma semente (96%), raramente duas (2%), três (1%) ou 4 (1%). A maturação é dessincronizada. *Tangara cayana* (sanhaço-cara-suja ou saíra-amarela) é uma espécie frugívora presente na área (Andrade 1992) e foi observada se alimentando de frutos de *M. tomentosa*.

A frutificação inicial foi de 45,31 % em 5 de outubro e representou a porcentagem de frutos jovens ainda em desenvolvimento. A frutificação final de 36,23 % em 19 de outubro mostrou a porcentagem de frutos que já haviam chegado ao tamanho final, porém ainda não podiam ser considerados maduros já que a maioria apresentava pericarpo ainda rijo e verde ou rosado.

A frutificação variou de moderada a discreta dependendo da árvore. O valor médio de 36,23 % não representa exclusivamente frutos bem formados. A predação ou herbivoria de sementes no interior de frutos por larvas galhadoras e brocadoras de sementes é altíssima chegando a 98 % dos frutos de polinização natural, com apenas 4 sementes íntegras formadas em 100 frutos. A herbivoria de sementes esteve presente mesmo em frutos formados a partir de polinizações manuais que haviam sido previamente ensacados (Tab. 6). Devido à baixíssima quantidade de sementes íntegras formadas de *M. tomentosa*, não foi possível realizar o experimento de germinação para essa espécie.

O PERS calculado considerando apenas o número de sementes viáveis ou íntegras em 100 frutos é igual a 3,5 %. A eficácia reprodutiva calculada para *M. rostrata* e *M. tomentosa* foi, respectivamente, 1,86 e 2,25.

Tabela 6: Frutos de *Myrcia tomentosa* com sementes ou ovários herbivorados em diferentes tratamentos.

	Polinização Natural	Polinização Cruzada	Auto Polinização Manual	Auto Polinização Espontânea	Emasculações	Botões florais fechados com a região do ovário intumescida
Frutos com larvas	87 (83%)	5 (16%)	3 (30%)	73 (69,5%)	3 (100%)	17 (100%)
Frutos sem larvas	18 (17%)	26 (84%)	7 (70%)	32 (30,5%)	0	0
Sementes ou ovários herbivorados	106 (72%)	5 (12%)	3 (30%)	86 (70%)	3 (100%)	17 (100%)
Sementes íntegras	41 (28%)	36 (88%)	7 (70%)	37 (30%)	0	0

DISCUSSÃO

Fenologia

Ambas as espécies apresentaram floração anual e regular, com duração intermediária e amplitude variando de média (*M. rostrata*) a alta (*M. tomentosa*) segundo classificação proposta por Newstrom et al. (1994), porém as dinâmicas fenológicas foram distintas. A fenologia reprodutiva de *M. rostrata* pode ser considerada do tipo "multiple bang" (*sensu* Gentry 1974) e a de *M. tomentosa* do tipo "pulsed bang" (*sensu* Proença & Gibbs 1994). Ambas as estratégias apresentam dias com flores que foram intercalados por dias sem flores. Mas as espécies diferiram quanto à duração do período de florescimento, maior em *M. rostrata* (13 semanas) que em *M. tomentosa* (5 semanas). O mesmo ocorreu com a quantidade de dias com flores (muitos para *M. rostrata* e apenas três para *M. tomentosa*) e o número de flores abertas por dia (variável para *M. rostrata* e altíssimo para *M. tomentosa*). A sincronização das árvores também foi distinta, pouco sincronizada em *M. rostrata* e com sincronização quase perfeita em *M. tomentosa*.

A estratégia "multiple bang" foi definida por Gentry (1974) para as Bignoniaceae tendo sido citada como particularmente comum em plantas tropicais, com sincronização da floração pronunciada entre os indivíduos. Há numerosos períodos curtos de florescimento ao longo do ano. As espécies com estratégia "multiple bang" atraem comumente muitos polinizadores de espécies que apresentam estratégias de recrutamento durante o forrageamento. Estas plantas utilizam estímulos visuais e olfativos para atrair os polinizadores e apenas oferecem o pólen como recompensa. No estudo original, esta estratégia está associada a engodo, onde as espécies visitantes atraídas logo descobrem a ausência do néctar e procuraram outra fonte disponível, proporcionando, de qualquer modo, uma alta taxa de polinização cruzada. Em outros casos, porém, como nas espécies aqui estudadas, os visitantes mais freqüentes estão à

procura de pólen. Pequenas abelhas coletoras de pólen como as Halictidae e outras similares às *Trigona* são atraídas por essa estratégia de floração (Gentry 1974). A maioria das características indicadas por Gentry (loc.cit.) está presente em *M. rostrata*, exceto quanto à sincronização dos indivíduos em flor, que foi apenas parcial, e quanto à duração do período de florescimento que foi de 13 semanas. Espécies como *Phryganocydia corymbosa*, *Cydista aequinoctialis*, *C. heterophylla*, *Phryganocydia corymbosa* (Gentry 1994) além de *Eugenia oerstediana* e *Psidium guineense* (Suarez & Esquivel 1987), também apresentaram estratégia de floração tipo "multiple bang".

A dinâmica de floração tipo "pulsed bang" presente em *M. tomentosa* foi caracterizada por Proença e Gibbs (1994) como uma modificação do tipo "big bang" descrito por Gentry (1974). A estratégia do tipo "big bang" (Gentry 1974) é definida como um período de floração curto com altíssima sincronização entre os indivíduos da população. Essa estratégia proporciona uma fonte abundante de recurso por um período muito breve, que só poderia ser intensamente utilizada por polinizadores com comportamento oportunista, que abandonariam suas fontes regulares de alimento e recrutariam um grande número de indivíduos para rapidamente utilizar o recurso oferecido. A estratégia "pulsed bang" (Proença & Gibbs 1994) é descontínua, apresentando poucos dias com flores intercalados por vários dias sem novas flores, contudo os dias com antese floral são intensamente sincronizados para os indivíduos da população. Os pulsos de floração ocorrem em poucas semanas. A dinâmica do tipo "pulsed bang" foi observada também para outras Myrtaceae, como *Myrcia rhodosepala*, *Blepharocalyx salicifolius* e *Eugenia parnahybensis* (Proença & Gibbs 1994).

As florações dos tipos "multiple bang" e "pulsed bang" favorecem a visitação por insetos coloniais, capazes de recrutar um grande número de indivíduos rapidamente para utilizar um recurso que é abundante, porém de curta duração. *Vellozia squamata* (Liliales, Velloziaceae), por exemplo, floresce em pulsos pouco sincronizados ao longo de três meses,

no final da estação chuvosa. Dias com antese floral são intercalados por vários dias sem flores novas. A sincronização do florescimento não foi intensa entre seus indivíduos, sendo que cada um deles teve de um a quatro episódios de florescimento enquanto que a espécie apresentou 10 pulsos de floração no total. Apesar de suas grandes flores apresentarem alta quantidade de pólen, *V. squamata* foi visitada e polinizada apenas por abelhas pequenas de língua curta, como *Trigona spinipes*, *Apis mellifera*, *Exomalopsis auropilosa* e *Megachile* sp, sugerido que abelhas grandes não coloniais devem ser excluídas pelo comportamento fenológico da planta (Oliveira et al 1991).

A dinâmica de floração de *M. rostrata* e *M. tomentosa*, com períodos de floração sobrepostos, porém em dias separados, permite ainda uma maior eficiência na utilização dos serviços dos polinizadores comuns, como *Scaptotrigona depilis* e talvez *Apis mellifera*, já que não sabemos se a espécie introduzida realmente foi eficaz ao transportar o pólen. A presença de espécies que ofereçam recursos alternadamente para uma guilda de visitantes pode facilitar a permanência deles na área (Newstrom et al 1994).

A época da floração de *M. rostrata* e *M. tomentosa* após as primeiras chuvas da primavera coincide com o que foi observado por Arantes (1997) para as Mirtáceas da E. E. do Panga de maneira geral. Morellato et al. (1989) observaram a floração de *M. rostrata* no mesmo período na Serra do Japí, Jundiá, SP. Kawasaki (1984, 1989) observou que a maioria das 50 espécies de Mirtáceas da Serra do Cipó, MG, também tinha o gatilho da floração disparado pelo início das chuvas da primavera. Proença & Gibbs (1994) descrevem resultados similares para as Myrtaceae estudadas em Brasília. Há evidências que períodos de chuva, com as mudanças de temperatura associadas, seguidos por alguns dias de seca, podem quebrar o estresse hídrico e a dormência meristemática. Estas chuvas podem ser importantes indutores da floração sincronizada, possivelmente funcionando como um gatilho para a diferenciação de gemas ou para a abertura de botões quiescentes (Frankie et al. 1974, Opler

et al. 1976). Esse fato foi observado nas espécies por nós estudadas e também para outras plantas lenhosas de Cerrado *lato sensu* (Oliveira & Gibbs 2000) e de áreas tropicais sazonais (Opler et al. 1976). A sincronização da floração permite o oferecimento de um recurso extremamente atraente para os visitantes florais, o que pode aumentar as taxas de visitação e polinização (Opler et al. 1976).

Os dias de antese floral dispostos sem sobreposição podem ser interpretados também como uma adaptação para reduzir o transporte interespecífico de pólen (Rathcke 1983, Waser 1978). Períodos de florescimento seqüencial pouco sobrepostos, como o encontrado nas Myrtaceae, podem ser o resultado evolutivo de pressões seletivas para reduzir a competição entre as espécies pelos serviços dos polinizadores de uma guilda de plantas, otimizando os serviços de polinização (Opler et al. 1976, Stiles 1985). Sensibilidade diferencial às mudanças provocadas pelas pancadas de chuva e tempos diferentes desde a quebra da quiescência dos botões até a abertura da flor podem explicar a floração não sobreposta das duas espécies.

O florescimento das Myrtaceae da E. E. do Panga pode ser caracterizado como agregado, sendo que o mesmo ocorre em outras áreas com esta família, como a floresta da ilha de Chiloé (Chile), onde essa estratégia de floração sugere a utilização de uma mesma guilda de polinizadores em dias alternados de um mesmo período (Smith-Ramírez et al. 1998). Kochmer & Handel (1986) utilizaram o termo "inércia filogenética" para caracterizar um conjunto de mecanismos fisiológicos geneticamente determinados, presentes em espécies filogeneticamente próximas numa família. Essa hipótese é consistente com o fato de haver maior sobreposição nos períodos de florescimento de espécies do mesmo gênero (ou congêneras) nas Myrtaceae.

O período de frutificação é significativamente menos agregado que o de floração nas Myrtaceae. O padrão de frutificação para a família pode ser o resultado indireto de diferenças

na morfologia, tamanho e tempo de amadurecimento dos frutos de diferentes espécies e das interações com os vertebrados dispersores ao longo do ano (Smith-Ramírez et al. 1998). Frutos com uma única semente capacitam a planta a abortar zigotos inferiores sem perder outros de maior qualidade, além disso, a maturação de frutos com apenas uma semente em velocidades diferentes leva a um maior número de eventos de dispersão com o mesmo número de propágulos (Proença 1991).

A fenologia vegetativa foi característica de espécies sempre verdes (*sensu* P. Oliveira 1998), com brotação foliar contínua ao longo do ano apenas para *M. rostrata*. Este padrão sempre verde está presente em muitas plantas de cerrado e contrasta com as espécies breví-decíduas, que produzem folhas principalmente no início da estação chuvosa e após período de caducifolia intensa (Oliveira 1998). A caducifolia de ambas as espécies estudadas foi descontínua e pouco intensa, porém alguns indivíduos de *M. tomentosa* apresentaram caducifolia um pouco mais intensa, seguida também de intenso brotamento foliar. *M. rostrata* teve sempre caducifolia discreta.

Biologia floral e Polinizadores

M. rostrata e *M. tomentosa* apresentam características florais comuns à família Myrtaceae, tipicamente melitófilas, como flores hermafroditas, pequenas, com simetria radial de vida curta, superfície estigmática puntiforme, antese no início da manhã, odor adocicado e pólen como recurso oferecido. Essas características variam muito pouco dentro da família (Nic-Lughadha & Proença 1996, Landrum & Kawasaki 1997).

Na região do Cerrado *lato sensu* são raras as interações de polinização muito específicas (Oliveira & Gibbs 2000), a maior parte das interações envolve guildas de plantas, onde uma espécie tem suas flores morfológica e funcionalmente capazes de oferecer recursos para uma variedade de visitantes e polinizadores. Oliveira & Gibbs (2000) notaram que

plantas com flores pequenas não especializadas foram polinizadas por uma guilda formada por abelhas, outros himenópteros, além de dípteros, todos eles de pequeno porte. Este conjunto de polinizadores é semelhante ao observado para *M. rostrata* e *M. tomentosa* na E. E. do Panga. De qualquer modo, a polinização por abelhas é predominante no cerrado *lato sensu* e nas florestas Neotropicais de maneira geral (Oliveira & Gibbs 2000).

A polinização da família Myrtaceae é realizada principalmente por abelhas (Proença & Gibbs 1994, Nic-Lughadha & Proença 1996, Torezan-Silingardi & Del-Claro 1998), mas outros animais excepcionalmente também podem efetuar-la, como aves (Crome & Irvine 1986, Hopper 1980), lagartos (Whitaker 1987) e morcegos (Crome & Irvine 1986, Hopper 1980).

O comportamento dos visitantes florais de *M. rostrata* e *M. tomentosa* ao coletar o pólen consecutivamente em flores da mesma inflorescência, e em inflorescências vizinhas da mesma árvore, favorece a geitonogamia apesar de também promover a xenogamia em menor escala. A alogamia também é favorecida pela grande quantidade de anteras com seus numerosos grãos de pólen, o que garante recursos suficientes para vários visitantes numa mesma flor, fato observado seguidas vezes em *M. rostrata* e *M. tomentosa*. A relação pólen-ovulo de Cruden (1977) obtida para *M. rostrata* e *M. tomentosa* é característica de espécies obrigatoriamente alógamas. Abelhas Halictidae, *Apis*, *Scaptotrigona* e *Trigona*, que polinizam *M. rostrata* e *M. tomentosa* (exceto as Halictidae para *M. tomentosa*), também servem a outras espécies. *Myrciaria tenella* foi visitada por *Augocloropsis* sp (Halictidae) (Tomé, C. E. dados não publicados), *Eugenia ligustrina* por abelhas do gênero *Apis* e *Trigona*, e *Calycorectes psidiiflorus* por pequenas abelhas Halictidae e do gênero *Apis* e *Trigona* (G. Oliveira, dados não publicados) na E. E. do Panga. Essas abelhas apresentaram o mesmo comportamento de caminhar sobre as partes reprodutivas da flor. *Myrciaria dubia* também é polinizada por abelhas Meliponinae (Peter & Vasquez 1986/87). Nos Cerrados *lato*

sensu de Brasília, abelhas do gênero *Trigona* foram observadas visitando *Blepharocalyx salicifolius*, *Eugenia dysenterica*, *Myrcia linearifolia* e *M. rhodosepala*, porém naquele estudo o tempo de observação foi insuficiente para que os polinizadores potenciais fossem definidos (Proença & Gibbs 1994). Nessa mesma área de Brasília Oliveira & Gibbs (2000) observaram *Trigona cupira*, *T. branneri*, *T. postica*, *Bombus atratus* e *B. morio* visitando *Blepharocalyx salicifolius* e notaram que abelhas pequenas sociais apresentaram carga polínica homogênea, com apenas um único tipo de pólen enquanto que as abelhas grandes e médias apresentaram 2,8 tipos diferentes de pólen coletados. A carga homogênea de pólen das abelhas pequenas sugere que elas visitem uma espécie de planta por vez, isso as caracteriza como polinizadores fiéis, muito mais eficazes do que as abelhas grandes e médias. Abelhas coloniais podem se manter fiéis a uma espécie que ofereça um recurso interessante a ser explorado (como o pólen), para o qual elas desenvolvem métodos eficiente de coleta (Westerkamp 1991), como a raspagem nas anteras deiscentes observada em *M. rostrata* e *M. tomentosa*.

A coleta ativa do pólen pelas abelhas, também denominada coleta primária (Westerkamp 1987), ocorre com a retirada intencional do pólen das estruturas que os guardam, geralmente as anteras, e sua rápida acomodação em partes do corpo das abelhas adaptadas para esse transporte (como a curbícula). Os grãos ali acomodados estão prensados e não servem para a polinização. Apenas os grãos que escaparem dos movimentos de coleta da abelha em seu próprio corpo, um número certamente muito reduzido, serviriam para a polinização. Como *M. rostrata* e *M. tomentosa* possuem apenas 4 óvulos e geralmente produzem uma única semente, uns poucos grãos deixados na superfície ventral do visitante seriam suficientes para a polinização.

Mesmo possuindo características como o hipanto prolongado acima do ovário, anteras com deiscência longitudinal e numerosos grãos de pólen pulverulentos, não foi observado

comportamento de coleta de pólen por vibração ("buzz collecting" ou "buzz pollination") por nenhuma das abelhas visitantes de *M. tomentosa*. Tanto *M. rostrata* quanto *M. tomentosa* tiveram o pólen coletado por raspagem diretamente das anteras com deiscência longitudinal. No entanto, outras Mirtáceas como *Myrcia rhodosepala*, *Siphoneugena densiflora* e *Blepharocalyx salicifolius*, as quais possuem o hipanto prolongado acima do ovário terminando em pétalas e sépalas intensamente dobradas em direção ao pecíolo (display estaminal), recebem polinização por vibração (Proença 1992). A ausência do cálice e corola dobrados posteriormente (display petalóide) pode ser a chave para a falta de "buzz pollination" em *M. tomentosa*.

Sistema reprodutivo

M. rostrata e *M. tomentosa* apresentaram-se como espécies alógamas facultativas, com maior produção de frutos por polinização cruzada do que por autopolinização. Resultados semelhantes foram obtidos por G. Oliveira (dados não publicados), Proença & Gibbs (1994) e Torezan-Silingardi & Del-Claro (1998) para outras Mirtáceas (Tab. 4).

Mesmo havendo alguns autores que consideram que há um predomínio das espécies xenógamas na subfamília Myrtoidea (Beardsell et al 1993), uma vasta revisão na literatura preparada por Nic-Lughadha & Proença (1996) mostrou que existem tanto espécies autógammas quanto alógamas neste grupo.

Apesar da coloração com carmin super estimar a viabilidade polínica, podemos perceber que a quantidade de grãos de pólen provavelmente viáveis por flor (69.425 grão em *M. rostrata* e 71.505 em *M. tomentosa*) foi altíssima. Esse fato, juntamente com a pequena quantidade de óvulos presentes (apenas 4 para ambas espécies) resultou em altos valores de

relação pólen/óvulo (Cruden 1977) (de 16×10^3 e $22,6 \times 10^3$ respectivamente), sugerindo que a polinização se dê preferencialmente entre árvores distintas, com xenogamia obrigatória.

O índice de autoincompatibilidade (*sensu* Bullock 1985) de *M. rostrata* (0,307) e de *M. tomentosa* (0,574) indicam autogamia facultativa e aproxima-se dos valores encontrados para vários membros da família (Proença & Gibbs 1994, Torezan-Silingardi & Del-Claro 1996 e G. Oliveira dados não publicados).

A intensa visitação de abelhas por árvore, com vários visitantes por flor, além do seu comportamento de coletar o pólen consecutivamente em indivíduos da mesma espécie, sugere xenogamia facultativa.

A frutificação após polinização natural maior que a obtida por polinização cruzada mostra que tanto *M. rostrata* quanto *M. tomentosa* recebem polinização adequada na E. E. do Panga. A eficácia reprodutiva encontrada para espécies de cerrado é em média 0,51 (Oliveira & Gibbs 2000), porém os valores obtidos para as espécies aqui estudadas, respectivamente 1,86 e 2,25, nos leva a crer que a polinização manual de flores pequenas, com superfície estigmática puntiforme e seca, não alcança a mesma eficácia das abelhas polinizadoras, podendo ainda causar danos às flores polinizadas.

Observamos alguns frutos formados a partir de flores emasculadas para testar agamospermia em *M. tomentosa*. As Myrtoideae apresentam casos de frutificação por apomixia, geralmente com embriões adventícios, mas com algumas evidências que sugerem agamospermia (Davis 1966). Esse fenômeno foi observado em *Syzygium jambos* e *S. cumini*, mas não há relatos para o gênero *Myrcia*. A frutificação nesse tratamento foi reduzida e pode significar a presença de larvas de insetos galhadores em desenvolvimento no interior do pistilo. Espécies apomíticas parecem ser raras no ambiente de Cerrado (Oliveira & Gibbs 2000, Salomão & Allem 2001), mas são comuns em alguns grupos da ordem Myrtales, como as Melastomataceae (Goldenberg & Shepherd 1998)

Os valores do sucesso reprodutivo pré-emergente (PERS) encontrados para *M. rostrata* e *M. tomentosa* (7,3 e 12,7 respectivamente), similares aos valores encontrados por Proença & Gibbs (1994) para outras Myrtaceae de cerrado, as caracterizam como xenógamas obrigatórias. O PERS segundo Wiens et al. (1987), apresenta valores em torno de 22 % para espécies xenógamas e de 90 % para espécies autógamias. Esses autores interpretam o PERS como uma medida de forças seletivas agindo no fenótipo do embrião durante seu desenvolvimento. Na alogamia, uma proporção maior da progênie potencial de organismos geneticamente heterozigotos é perdida mais durante a fase pré-emergente do ciclo de vida do que na fase pós-emergente (Nic-Lughadha 1998).

Foi encontrada predação de frutos para ambas as espécies, mas em *M. tomentosa* esta incidência foi muito mais alta e generalizada. A alta incidência de larvas predando sementes e ovários sem sementes de *M. tomentosa*, mesmo em botões florais ensacados logo após sua individualização, sugere que as oviposições foram inseridas nos ovários ainda bem jovens e pouco desenvolvidos. Os valores do PERS calculado com o número de sementes não danificadas por insetos brocadores ou galhadores caíram de 7,3 e 12,7 para 6,1 e 3,5 respectivamente, mostrando que a herbivoria por formas imaturas de insetos é intensa e predominante em *M. tomentosa*, afetando seriamente a frutificação desta espécie. *Vochysia rufa* e *V. elliptica* são espécies de cerrado que também apresentaram diminuição na frutificação devido à predação por insetos e à incidência de fungos (Oliveira & Gibbs 1994).

Os experimentos de germinação de sementes de *M. rostrata* indicaram que a porção líquida da polpa possui efeito inibidor discreto, enquanto que as porções líquida e sólida somadas apresentam um efeito inibidor intenso. A viabilidade das sementes de *M. rostrata* é inferior a 30 dias e a degradação natural da polpa do fruto ocorre lentamente, consequentemente, a interação com os animais dispersores torna-se fundamental para a manutenção dessa espécie vegetal no ambiente.

Os frutos de *M. rostrata* e *M. tomentosa* são fonte de recurso para a fauna local, principalmente a avifauna, capaz de dispersá-los a grandes distâncias (Jason 1983 apud Landrum & Sharp 1989, Lorenzi 1998). Os frutos tipicamente zoocóricos das Myrtoideae estão adaptados a vários dispersores, provavelmente esta é a mais importante diferença ecológica que as separa das Leptospermoideae (Nic Lughadha & Proença 1996). A maturação dessincronizada dos frutos proporciona um longo período de recursos alimentares sendo oferecidos, o que pode ser considerado uma adaptação dessas espécies para manter a taxa de visitação pelas aves por um longo período de tempo. A dispersão dos propágulos ao longo de várias semanas aumenta a chance de grupos de sementes conseguirem sucesso na germinação devido às variadas condições ambientais, como a temperatura, a umidade, o sombreamento do local e o tipo de solo, encontrados ao longo do tempo.

CONCLUSÕES FINAIS

As Myrtaceae, subfamília Myrtoideae, possuem um grande número de espécies distribuídas pela América Neotropical, em ambientes que variam quanto às condições climáticas, edáficas e locais. Normalmente estão entre as de maior IVI em florestas e no Cerrado *lato sensu*, são também importantes em áreas alteradas e degradadas. As flores generalistas de *Myrcia rostrata* e *M. tomentosa* podem receber uma guilda de visitantes e polinizadores pouco específicos, além de serem capazes de frutificar por autopolinização. Seus frutos zoocóricos servem de alimento para muitas aves e mamíferos, até mesmo para insetos. Essas espécies são secundárias iniciais, e seus indivíduos podem se desenvolver em ambientes como o cerrado *stricto sensu*, cerradão, margeando matas e veredas, dentro de matas e em bordas de cursos d'água. Podem ser utilizadas como barreiras físicas naturais para minimizar o efeito de borda, impedindo a entrada de espécies ruderais, e a perda de umidade no interior da vegetação pela maior incidência de ventos e raios solares. Os estudos aqui realizados com *M. rostrata* e *M. tomentosa*, fornecem o embasamento teórico necessário para classificá-las como muito interessantes do ponto de vista da recuperação de áreas degradadas e conseqüente conservação da biodiversidade.

.....

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA-SCABIA, R. J. 1996. Fitossociologia de espécies arbóreas de floresta atlântica, Sete Barras, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brasil.
- AMBRUSTER, W. S. 1997. Exaptations link evolution of plant-herbivore and plant-pollinator interactions: a phylogenetic inquiry. *Ecology* 78(6): 1661-1672.
- ARANTES, A. A. 1997. Florística da Família Myrtaceae na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brasil.
- ARAÚJO, G. M.; NUNES, J. J.; ROSA, A. G. & RESENDE E. J. 1997. Estrutura comunitária de vinte áreas de cerrados residuais no município de Uberlândia, MG. *Daphne* 7: 7-14.
- BARBOSA, A. A. A. 1997. Biologia reprodutiva de uma comunidade de Campo Sujo, Uberlândia, MG. Dissertação de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, SP.
- BARROS, M. A. G. 1989. Studies on the pollination biology and breeding systems of some genera with sympatric species in the Brazilian cerrados. PhD thesis, Scotland, UK.
- BAWA, K. S.; ASHTON, P. S.; PRIMACK, R. B.; TERBORGH, J.; MOHD. NOR, S.; NG, F. S. P. & HADLEY, M. 1989. Reproductive ecology of tropical forest plants. Research insights and management implications. The International Union of Biological Sciences. News Magazine Special Issue 21.

- BEARDSSELL, D. V.; O'BRIEN, S. P.; WILLIAMS, E. G.; KNOX, R. B. & CALDER, D. M. 1993. Reproductive biology of Australian Myrtaceae. *Aust. J. Bot.* 41: 511-526.
- BERG, O. 1857-1859. Myrtaceae. In *Flora Brasiliensis* (C. F. P. von Martius ed.) 14 (1): 1-656.
- BULLOCK, S. H. 1985. Breeding systems in the flora of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica* 17(4): 287-301.
- CANDOLLE, A. P. DE 1828. Myrtaceae. *Prodomus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis* 3: 207-296. Paris.
- COSTA, A. A. & ARAÚJO G. M. 2001. Comparação da vegetação arbórea de Cerradão e de Cerrado na Reserva do Panga , Uberlândia, Minas Gerais. *Acta bot. bras.* 15 (1): 63-72.
- CROME, F. H. J. & IRVINE, A. K. 1986. "Two bob each way": The pollination and breeding system of the Australian rain forest tree *Syzygium cormiflorum* (Myrtaceae). *Biotropica* 18 (2): 115-125.
- CRONQUIST, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants, Columbia University Press, New York.
- CRUDEN, R. W. 1977. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. *Evolution* 31: 32-46.
- DAFNI, A. 1992. *Pollination Ecology. A practical approach.* Oxford University Press. New York.
- DAVIS, G. L. 1966. *Systematic embryology of the Angiosperms.* John Wiley & Sons, New York.
- DIAS, B. F. S. 1990. A conservação da natureza no cerrado brasileiro. In *Cerrado: Caracterização, ocupação e perspectivas* (Novaes-Pinto, M. ed.). Editora UNB, Brasília, p. 583-640.

- DIAS, M. C.; VIEIRA, A. O. S.; NAKAGIMA, J. N.; PIMENTA, J. A. & LOBO, P. C. 1998. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares do rio Iapó, na bacia do rio Tibagi, Tibagi, PR. *Revta. brasil. Bot.* 21 (2): 183-195.
- EITEN, G. 1972. Cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Review* 38: 201-341.
- EITEN, G. 1979. Formas fisionômicas do cerrado. *Revta. bras. Bot.* 2: 139 - 148.
- EITEN, G. 1990. Vegetação do cerrado. In *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas.* (Maria Novaes Pinto ed). OrgUnB/SEMATEC, Brasília.
- EHRlich, P. R. 1997. A perda da diversidade. In *Biodiversidade* (Wilson, E. O. & Peter, F. M. eds.). Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- FABRIS, L. C. & CESAR, O. 1996. Estudos florísticos em uma mata litorânea no sul do estado do Espírito Santo, Brasil. *Bolm. Mus. Biol. Mello Leitão* 5:15-46.
- FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L. 1980. *The principles of pollination ecology.* Pergamon Press. Oxford.
- FEINSINGER, P. 1983. Coevolution and pollination. In *Coevolution* (Futuyma D. J. & Slatkin M.). Sinauer Associates Inc. Publishers.
- FERREIRA, L. V. & MERONA, J. R. 1987. Aspectos sobre a ecologia da família Myrtaceae em um floresta de terra firme na Amazônia Central. São Paulo: Proceedings 38º Congresso Nacional de Botânica.
- FOURNIER, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en arboles. *Turrialba (IIICA)* 24 (4) : 422 - 423.
- FRANKIE, G. W., BAKER, H. G. & OPLER, P. A. 1974, Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forest in the lowlands Costa Rica. *J. Ecol.*, 62: 881-919.
- GANDOLFI, S.; LEITÃO-FILHO, H. F. & BEZERRA C. L. 1995. Levantamento florístico e carater sucessional das espécies arbustivo- arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. *Rev. Brasil. Biol.* 55 (4): 753-767.

- GENTRY, A. H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica* 6 (1): 64-68.
- GIBBS, P. E. 1990. Self-incompatibility in flowering plants : a neotropical perspective. *Revta. brasil. Bot.* 13: 125 – 136.
- GOLDENBERG, R. & SHEPHERD G. J. 1998. Studies on the reproductive biology of Melastomataceae in “cerrado” vegetation. *Pl. Syst. Evol.* 211: 13-29.
- GOODLAND, R. 1971. A physiognomic analysis of the cerrado vegetation of central Brazil. *Journal of Ecology* 59: 411 – 419.
- GOTTSBERGER, G. 1977. Some aspects of beetle polination in the evolution of flowering plants. *Plant Systematics and Evolution (Supl.)* 1 : 211 – 216.
- GUILHERME, F. A. G.; NAKAGIMA, J. N.; LIMA, C. A. P. & VANINI, A. 1998. Fitofisionomias e a flora lenhosa nativa do Parque do Sabiá, Uberlândia, MG. *Daphne* 8 (2): 17-30.
- HOPPER, S. D. 1980. Pollination of the rain forest tree *Syzygium tierneyanum* (Myrtaceae) at Kuranda, Northern Queensland. *Australian Journal of Botany* 28: 223-237.
- INOUE, D. W. 1978. Resource partitioning in bumblebee guilds: experimental studies of foraging behaviour. *Ecology* 59 (4) : 672 - 678.
- JOHNSON, L. A. S. & BRIGGS, B. G. 1981. Three old southern families - Myrtaceae, Proteaceae and Restionaceae. In Dr. W. Junk: The Hague. *Ecological Biogeography of Australia*. Vol.1. Ed. A.Keast.
- JOHNSON, L. A. S. & BRIGGS, B. G. 1984. Myrtales and Myrtaceae – A phylogenetic approach. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 71: 700-756.
- JOLY, A. B. 1971. *Botânica: Introdução à taxonomia vegetal*. 3ª ed. São Paulo. Companhia Editora Nacional.

- KÄRKKÄINEN, K.; SAVOLAINEN, O. & KOSKI, V. 1999. Why do plants abort so many developing seeds: bad offspring or bad maternal genotypes? *Evolutionary Ecology* 13: 305-317.
- KAWASAKI, M. L. 1989. Flora da Serra do Cipó: Myrtaceae. *Boim. Bot. Univ. S. Paulo* 11: 121-170.
- KAWASAKI, M. L. 1984. A família Myrtaceae na Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- KEARNS, C. A. & INOUE, D. W. 1993. *Techniques for Pollination Biologists*. University Press of Colorado.
- KOCHMER, J. P. & HANDEL, S. N. 1986. Constraints and competition in the evolution of flowering phenology. *Ecol. Monog.* 56: 303-325.
- LANDRUM, L. R. & SHARP, W. P. 1989. Seed coat characters of some american Myrtinae (Myrtaceae): *Psidium* and related genera. *Systematic Botany*, 14 (3): 370-376.
- LANDRUM, L. R. & KAWASAKI, M. L. 1997. The genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic treatment and identification keys. *Brittonia* 49 (4): 508-536.
- LEGRAND, C. D. & KLEIN R. M. 1969. Mirtaceas: 3. *Myrcia*. In: Reitz, P. R.. *Flora Ilustrada Catarinense*. Tipografia e Livraria Blumenauense, Blumenau.
- LORENZI, H. 1998. *Arvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil*, vol. II, Editora Plantarum, Nova Odessa, SP.
- MARINI-FILHO, O. J. & PARENTONI-MARTINS, R. 2000. Teoria de metapopulações. *Novos princípios na biologia da conservação*. *Ciência Hoje* 27 (160): 22-29.
- MARTIN, P. & BATESON, P. F. R. S. 1994. *Measuring Behaviour, an introductory guide*. Second edition. Cambridge University Press.
- MCVAUGH, R. 1968. The genera of American Myrtaceae, an interim report. *Taxon* 17: 354-418.

- MENDONÇA, R. C.; FELFILL, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA-JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS T. S. & NOGUEIRA, P. E. 1998. Flora vascular do cerrado. In S. M. Sano & S. P. Almeida. Cerrado: ambiente e flora. Ed. EMBRAPA. pp. 289-556.
- MORELLATO, L. P. C.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. & JOLY, C. A. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 12: 85-98.
- MORELLATO, P. L. C.; TALORA D. C.; TAKAHASI A.; BENCKE C. C.; ROMERA E. C. & ZIPPARRO V. B. 2000. Phenology of Atlantic Rain Forest trees: a comparative study. *Biotropica* 32 (4b): 811-823.
- MORI, S. A.; BOOM, B. M.; CARVALINO, A. M. & SANTOS, T. S. 1983. Ecological Importance of Myrtaceae in an Eastern Brazilian Wet Forest. *Biotropica* 15(1): 68-70.
- MYERS, N.; MITTERMELER, R. A.; MITTERMELER, C. G.; FONSECA, G. A. B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403 (24): 853 – 858.
- NAKAGIMA, J. N.; SOARES-SILVA, L. H.; MEDRI, M. E.; GOLDENBERG, R. & CORREA, G. T. 1996. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ripárias da bacia do rio Tibagi: 5. fazenda Monte Alegre, município de Telêmaco Borba, Paraná. *Arq. Biol. Technol.* 39 (4): 933-948.
- NEWSTRON, L. E. & FRANKIE, G. W. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26 (2): 141-159.
- NIC-LUGHADHA, E. & PROENÇA, C. 1996. A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). *Ann. Missouri Bot. Gard.* 83: 480-503.

- NIC-LUGHADHA, E. 1998. Preferential outcrossing in *Gomidesia* (Myrtaceae) is maintained by a post-zygotic mechanism. In: S. J. Owens & P. J. Rudall. *Reproductive Biology*. pp. 363-379. Royal Botanic Gardens, Kew.
- OLIVEIRA, P. E. 1991. The pollination and reproductive biology of a Cerrado woody community in Brazil. PhD Thesis, University of St. Andrews (Scotland).
- OLIVEIRA, P. E.; GIBBS, P. E.; BARBOSA, A. A.; TALAVERA, S. 1992. Contrasting breeding systems in two *Eriotheca* (Bombacaceae) species of Brazilian cerrados. *Pl. Syst. Evol.* 179: 207-219.
- OLIVEIRA, P. E. & GIBBS, P. E. 1994. Pollination biology and breeding systems of six *Vochysia* species (Vochysiaceae) in Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 10: 509-522.
- OLIVEIRA, P. E. 1998 a. Reproductive biology, evolution and taxonomy of the Vochysiaceae in Central Brazil. In *Reproductive Biology: In systematics, conservation and economic botany* (S. Owens, & P. Rudall ed.). Royal Botanic Gardens at Kew, Richmond. p. 381-393.
- OLIVEIRA, P. E. 1998 b. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In *Cerrado: Flora, Ambiente, Homem*. (S. M. Sano & S. P. Almeida ed.). EMBRAPA, Brasília. p. 169-192.
- OLIVEIRA, P. E. & GIBBS, P. E. 2000. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of central Brazil. *Flora* 195: 311-329.
- OLIVEIRA, P. S. & MARQUIS, R. J. 2002. *The Cerrados from Brazil: Ecology and Natural History of a Tropical Savanna*. Columbia University Press, USA, in press.
- OPLER, P. A.; FRANKIE, G. W. & BAKER, H. G. 1976. Rainfall as a factor in the release, timing, and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. *Journal of Biogeography* 3: 231-236.

- PAULA, F. R. 1997. Levantamento fitossociológico em uma área de cerrado na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG. Monografia de Bacharelado, Universidade Federal de Uberlândia, 49 páginas.
- PEIXOTO, A. L. & GENTRY, A. 1990. Diversidade e composição florística da mata de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares (Espírito Santo, Brasil). *Revta. Bras. Bot.* 13: 19-25.
- PETERS, C. & VASQUEZ, A. 1986/87. Estudios ecológicos de camu-camu (*Myrciaria dubia*). Producción de frutos en poblaciones naturales. *Acta Amazon.* 16/17: 161-174.
- PROCTOR, M.; YEO, P. & LACK, A. 1996. The natural history of pollination. Harper Collins Publishers.
- PROENÇA, C. 1991. The reproductive biology and the Myrtaceae of the Distrito Federal (Brazil). Tese de PhD. University of St. Andrews. Escócia
- PROENÇA, C. E. B. & GIBBS, P. E. 1994. Reproductive biology of eight sympatric Myrtaceae from Central Brazil. *New Phytol.* 126: 343-354.
- RATHCKE, B. 1983. Competition and facilitation among plants for pollination. In *Pollination Biology* (Real, L. ed.). Academic Press, New York, New York. pp. 305-329.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO J. F. & BRIDGEWATER, S. 1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Ann. Bot.* 80: 223-230.
- RIBEIRO, J. F.; SANO, S. M.; MACEDO, J. & SILVA, J. A. 1983. Os principais tipos fisionômicos da vegetação da região dos cerrados. *Boletim de Pesquisa* 21. EMBRAPA/CPAC, Planaltina, Distrito Federal.
- RIBEIRO, J. F. & CASTRO, L. H. R. 1986. Método quantitativo para avaliar características fenológicas em árvores. *Revta. brasil. Bot.* 9: 7-11.
- RIZZINI, C. T. 1963 a. A flora do cerrado, análise florística das savanas centrais. In *Simpósio sobre o cerrado* (Ferri, M. G. coord.), EDUSP, SP.

- RIZZINI, C. T. 1963 b. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil. *Revta. brasil. Geogr.* 25 : 3 – 64.
- RODRIGUES, R. R.; MORELLATO, L. P. C.; JOLY, C. A. & LEITÃO FILHO H. F. 1989. Estudo florístico e fitossociológico em um gradiente altitudinal de mata estacional semidecídua, na Serra do Japí, Jundiaí, SP. *Revta, bras. Bot.* 12 : 71 – 84.
- ROSA, R.; LIMA, S. C. & ASSUNÇÃO, W. L. 1991. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia, MG. *Sociedade e Natureza* 3 (5 e 6): 91-108.
- RUIZ, T. Z. & ARROYO, M. T. K. 1978. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. *Biotropica* 10 (3): 221-230.
- SALOMÃO, A. N. & ALLEN, A. C. 2001. Polyembryony in agamospermous trees of the Brazilian cerrado and caating vegetation. *Acta Bot. Bras.* 15: 369-378.
- SANCHEZ, M.; PEDRONI, F.; LEITÃO FILHO, H. F. & CEZAR, O. 1999. Composição florística de um trecho de vegetação ripária na mata atlântica em Picinguaba, Ubatuba, SP, Brasil. *Revta. brasil. Bot.* 22 (1): 31-42.
- SARAIVA, L. C.; CESAR, O. & MONTEIRO, R. 1988. Biologia da polinização e sistemas de reprodução de *Styrax camporum* Pohl e *S. ferrugineus* Nees et Mart. (Styrac.). *Revista Brasileira de Botânica* 11: 71-80.
- SCHIAVINI, I. & ARAÚJO, G. M. 1989. Considerações sobre a vegetação da Reserva Ecológica do Panga (Uberlândia). *Soc. Nat.* 1 (1): 61-66.
- SCHIAVINI, I. 1992. Estrutura das comunidades de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). Dissertação de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, SP.
- SMITH-RAMÍREZ, C.; ARMESTO, J. J. & FIGUEROA, J. 1998. Flowering, fruiting and seed germination in Chilean rain forest Myrtaceae: ecological and phylogenetic constraints. *Plant Ecology* 136: 119-131.

- STILES, F. G. 1985. Seasonal patterns and coevolution in the hummingbird-flower community of a Costa Rican subtropical forest. *Ornithological Monographs* 36: 757-787.
- SUAREZ, P. & ESQUIVEL, C. 1987. Fenologia del Guisaro (*Psidium guineense* Swartz) em Barva de Heredia, Costa Rica. *Brenesia* 28: 97-105.
- TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. & PERES, C. A. 1999. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil. *Biological Conservation* 91: 119 – 127.
- TERBORGH, J. 1992. Maintenance of diversity in tropical forest. *Biotropica* 24 (2b): 283 – 292.
- TOREZAN-SILINGARDI, H.M. & DEL-CLARO, K. 1998. Behavior of visitors and reproductive biology of *Campomanesia pubescens* (Myrtaceae) in cerrado vegetation. *Ciência e Cultura*, 50 (4): 281-284.
- WASER, N. M. 1978. Interspecific pollen transfer and competition between co-occurring plant species. *Oecologia* 36: 223-236.
- WASER, N. M. 1983. The adaptative nature of floral traits: ideas and evidence. In *Pollination Biology* (Real, L. ed.). Academic Press, New York, USA. p. 242 – 286.
- WESTERKAMP, C. 1987. Das Pollensammeln der sozialen Bienen in Bezug auf die Anpassungen der Blüten. Dissertation, Mainz.
- WESTERKAMP, C. 1991. Honeybees are poor pollinators – why? *Pl. Syst. Evol.* 177: 71-75.
- WHITAKER, A. H. 1987. The roles of lizards in New Zealand plant reproductive strategies. *New Zealand Journal of Botany* 25 (2): 315-327.
- WIENS, D.; CALVIN, C. L.; WILSON, C. A.; DAVERN, C. I.; FRANK, D. & SEAVEY, S. R. 1987. Reproductive success, spontaneous embryo abortion, and genetic load in flowering plants. *Oecologia* 71: 501 – 509.

YAGIHASHI, T.; HAYASHIDA, M. & MIYAMOTO, T. 1998. Effects of bird ingestion on seed germination of *Sorbus commixta*. *Oecologia* 114: 209-212.

FU-00013190-7