

CARLIANNE OLIVEIRA CERQUEIRA RAMOS

**Fenologia e biologia reprodutiva de *Syngonanthus mucugensis* Giul e *S. curralensis* Moldenke (Eriocaulaceae), nos municípios de Mucugê e Morro do Chapéu, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil**

FEIRA DE SANTANA – BAHIA

2005

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**

**Fenologia e biologia reprodutiva de *Syngonanthus*  
*mucugensis* Giul. e *S. curralensis* Moldenke  
(Eriocaulaceae), nos municípios de Mucugê e Morro do  
Chapéu, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil**

**CARLIANNE OLIVEIRA CERQUEIRA RAMOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana como parte dos requisitos para a obtenção do título de *Mestre em Botânica*.

**ORIENTADOR: PROFA. DRA. LIGIA SILVEIRA FUNCH (UEFS)**

**CO-ORIENTADOR: PROF. DR. EDUARDO LEITE BORBA (UEFS)**

**FEIRA DE SANTANA – BA**

**2005**

## **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof(a). Dr(a).

---

Prof(a). Dr(a).

---

Profa. Dra. Ligia Silveira Funch  
Orientadora e Presidente da Banca

Feira de Santana – BA  
2005

*Aos meus pais, irmão e amigos, pelo  
carinho em todas as horas.*

*A vida é bela e inexplicável, mas vivê-la é uma arte.*

**Augusto Cury**

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual de Feira de Santana e ao Programa de Pós-Graduação em Botânica pela oportunidade de realização do curso;

A FAPESB pela bolsa concedida;

Ao Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA) pelo suporte financeiro;

A Profa. Dra. Ligia Funch por todo o aprendizado nesses anos maravilhosos, apoio e incentivo que ultrapassam a UEFS, nos fazendo acreditar que a vida é sempre melhor do que parece;

Ao Prof. Dr. Eduardo Borba pela orientação, inúmeras ajudas, oportunidade de fazer parte do Projeto (FNMA) e por sempre acreditar que daria certo;

A Profa. Dra. Ana Maria Giulietti pelas *valiosas dicas*;

Ao Prof. Dr. Cássio van der Berg pela ajuda com a análise estatística;

Aos Professores dos Laboratórios de Biologia (LABIO) pela disponibilidade e ajuda, em especial ao Dr. Caio Graco, pelas caronas a Mucugê;

A Ivan Castro pela identificação dos Diptera e grande paciência comigo (Obrigada, mesmo!);

A Profa. Dra. Cândida Aguiar e Leila Mara pela ajuda na identificação dos insetos;

Ao Irmão Delmar pela companhia e ajuda em campo, o que tornou os meus dias em Morro do Chapéu muito mais agradáveis, e Aloísio pelo auxílio quando preciso;

Ao pessoal do Projeto Sempre-Viva: Euvaldo, Oremildes (Mido), Joab, Elaine, Ilza, Adriano, Luciano e Nilton pelo indescritível apoio;

A Adriana Estrela, Dione e Gardênia por “tudo” na Secretaria da Pós;

A Rosineide pela cumplicidade em todos os trabalhos, desde a iniciação científica, amizade e presença nos momentos mais difíceis; e Rubney pela ajuda em campo e por aturar minhas “chatices”;

Aos colegas do curso de Pós-Graduação: Ana Carina, Angela, Bárbara, Cosme, Danovan, Edlaine, Elizângela, Éric, Eunatan, Francimira, Hilder, Janilza, Jomar, Jorge, Lia, Lia Miranda, Luciene (Pró), Manuela, Miguel, Pati (Reijane), Patrícia Luz, Sabrina, Tati, Vânia, Viviane;

A Cristiana e Sérgio pelo aprendizado e maravilhosa companhia em Mucugê e na UEFS.

Aos amigos do café do herbário que tanto me ajudaram com boas conversas e/ou sugestões para o trabalho: Teo, Zezé, Daiane, Elaine, Paula, Janaína, Andréa Karla, Silvia, Kely, Toni e aqueles que apareciam de vez em quando!

A Rick VB pela ajuda que me acompanha desde a graduação.

A Marlon pelo abstract e por todas as “ajudas”.

A Dona Vanilda pelas conversas que tanto me confortaram;

A minha amiguinha Edjane (Nadjane) por ser essa pessoa única, e Alexandre pela companhia e boas conversas;

A Claudinha, Reinaldo, Lara (meu bebê) e Alice por fazerem parte da minha vida;

A meus pais pelo grande apoio e por entenderem minha ausência durante as inúmeras viagens a campo;

A meu irmão por estar sempre presente e pela companhia em Mucugê.

A Álvaro pelo carinho incondicional e por acreditar nos meus objetivos, viabilizando tudo o que é possível para que eles se concretizem;

A Mozart pela ajuda, carinho, paciência, e por estar ao meu lado em todos os momentos, se tornando tão especial em minha vida.

# SUMÁRIO

## AGRADECIMENTOS

INTRODUÇÃO GERAL .....	1
Referências Bibliográficas.....	4

## CAPÍTULO 1 - Fenologia de *Syngonanthus mucugensis* Giul. e *S. curralensis* Moldenke (Eriocaulaceae) nos municípios de Mucugê e Morro do Chapéu, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.

Resumo.....	8
Introdução.....	9
Material e Métodos.....	11
Resultados .....	13
Discussão .....	16
Referências Bibliográficas.....	29

## CAPÍTULO 2 - Biologia reprodutiva de *Syngonanthus mucugensis* Giul. e *S. curralensis* Moldenke (Eriocaulaceae): entomofilia em uma família tipicamente anemófila.

Resumo.....	34
Introdução .....	35
Material e Métodos.....	36
Resultados .....	40
Discussão .....	45
Referências Bibliográficas.....	56
Apêndices .....	60

CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	61
----------------------------	----

RESUMO.....	63
-------------	----

ABSTRACT.....	65
---------------	----

## INTRODUÇÃO GERAL

A família Eriocaulaceae, composta por cerca de 1200 espécies reunidas em 10 gêneros, apresenta distribuição pantropical, entretanto, a maioria das espécies ocorre nos neotrópicos, especialmente nas montanhas da Venezuela e do Brasil (Moldenke 1971 *apud* Lazzari 2000, Giuliatti & Pirani 1988, Giuliatti & Hensold 1990, Lazzari 2000). No Brasil, a maioria das espécies apresenta distribuição geográfica restrita à região central do país (Giuliatti 1997). Essa família é típica de campo rupestre brasileiro, ocorrendo especialmente nas montanhas da Cadeia do Espinhaço de Minas Gerais e Bahia (Lazzari 2000) sendo, provavelmente, seu centro de diversidade genética (Giuliatti & Hensold 1990), uma vez que apresenta grande número de espécies nessas áreas (Harley 1995, Miranda & Giuliatti 2001).

A principal característica de Eriocaulaceae é apresentar flores diclinas reunidas em inflorescências do tipo capítulo, o que as diferencia de todas as demais famílias de monocotiledôneas (Sano 1999), levando Eichler (1875 *apud* Lazzari 2000) a denominá-la como as “Compositae das monocotiledôneas”.

Os estudos taxonômicos em Eriocaulaceae têm se intensificado nos últimos 25 anos, estimulados especialmente pelo alto grau de endemismo detectado em muitas espécies, principalmente, aquelas que ocorrem nos altos das montanhas, tanto dos paleotrópicos como dos neotrópicos (Giuliatti 1997). No entanto, muito antes disso, a família já despertava interesse devido ao seu aspecto ornamental (Lazzari 2000).

As espécies são conhecidas popularmente como “sempre-vivas” por apresentarem capítulos alvos, pequenos e delicados, com textura paleácea e permanecerem com a aparência de vivos durante muitos anos, após destacados das plantas (Giuliatti 1997). Os escapos e inflorescências são recolhidos, antes da produção das sementes, secos ao sol e vendidos para a decoração de interiores. A exploração econômica das espécies pertencentes à família Eriocaulaceae vem sendo realizada de forma indiscriminada, sem qualquer tipo de controle, o que tem levado muitas plantas ao risco de extinção (Lazzari 2000).

A maioria das espécies de Eriocaulaceae comercializada como “sempre-vivas” pertence ao gênero *Syngonanthus*, especialmente a *Syngonanthus* sect. *Eulepis*, pelo fato de suas espécies apresentarem capítulos com brácteas involucrais vistosas (Lazzari 2000), onde temos como fortes exemplos de tal exploração *S. mucugensis* e *S. curralensis*.

A comercialização de *S. mucugensis*, *S. curralensis* e outras espécies do gênero por comunidades da Chapada Diamantina, desenvolveu-se principalmente nas décadas de 70, 80 e 90, devido ao declínio da atividade mineradora durante os ciclos do ouro e diamante (Giulietti 1997).

Mesmo sendo amplamente comercializadas, pouco se conhece até o momento sobre a ecologia das espécies de Eriocaulaceae, sendo possível que haja ainda muitas espécies desconhecidas da ciência. *Syngonanthus mucugensis*, por exemplo, foi descrita em 1996, quando já se encontrava em perigo de extinção (Giulietti 1996).

Ao contrário de estudos realizados sob uma abordagem taxonômica (Giulietti 1978, 1984, 1996, 1997, Giulietti *et al.* 1996, Sano 1999, Lazzari 2000), há grande carência de estudos voltados para a biologia floral e reprodutiva de Eriocaulaceae. Na família, aparentemente, existem apenas dois trabalhos que abordam aspectos fenológicos, Sano (1996) que estudou a fenologia de *Paepalanthus hilairei*, *P. polyanthus* e *P. robustus* e Scatena *et al.* (1997) que estudaram aspectos fenológicos de *Syngonanthus elegans*, demonstrando que os estudos de biologia floral ainda são muito insipientes nesse grupo. Apesar da importância econômica que essas plantas apresentam pouco se sabe sobre seus aspectos fenológicos, apenas sendo conhecidas algumas observações de antigos coletores. Dados sobre o ciclo de vida dessas espécies são de elevada importância para o seu manejo e conservação, principalmente se investigadas a influência dos fatores abióticos na determinação dos padrões fenológicos e a relação das fenofases com agentes bióticos, como polinizadores.

As informações sobre o sistema de polinização em Eriocaulaceae são baseadas exclusivamente em dados morfológicos e observações casuais. Alguns autores reconhecem a anemofilia como sistema de polinização para as espécies de Eriocaulaceae (Kral 1966 *apud* Lazzari 2000, Cronquist 1988) e outros citam que, aparentemente, a entomofilia seria o tipo de polinização apresentado pela maioria das espécies (Dahlgren *et al.* 1985, Cronquist 1988, Hensold 1988, Sano 1996, Stützel 1998, Scatena & Bouman 2001, Rosa & Scatena 2003). Segundo Cronquist (1988), glândulas nectaríferas ocorrem apenas no gênero *Eriocaulon*.

Em relação à biologia reprodutiva, aparentemente, não existe nenhum trabalho experimental publicado para o gênero *Syngonanthus*, sendo estes estudos importantes na investigação da variabilidade genética dentro e entre as populações de plantas, uma vez que podem auxiliar o entendimento do elevado grau de endemismo de *S. curralensis* e *S. mucugensis* nos campos rupestres da Chapada Diamantina.

*Syngonanthus curralensis* ocorre em Morro do Chapéu em regiões de tabuleiros, podendo ser encontrada também na Serra do Curral Feio, em Uburanas (Lazzari 2000), sendo popularmente conhecida como botão. *Syngonanthus mucugensis* foi referida como endêmica dos arredores do município de Mucugê (Giulietti 1996), onde é popularmente chamada de sempre-viva de Mucugê, entretanto, foram encontrados registros de sua presença em outras serras baianas, próximas a Abaíra e Rio de Contas (Lazzari 2000). Ambas espécies são encontradas sempre em campos rupestres, associadas a solos rasos e arenosos.

*Syngonanthus curralensis* e *S. mucugensis* são espécies herbáceas, com cerca de 30cm e 40cm de altura, respectivamente, apresentam folhas reunidas em roseta e inflorescências monóicas do tipo capítulo, ocorrendo maturação centrípeta das flores e protandria. Entre os estiletos ocorrem estruturas denominadas apêndices, em número de três, que podem ser considerados nectários segundo Stützel (1998), Stützel & Gansser (1995 *apud* Lazzari 2000) e Hensold (1988), por apresentarem uma provável função secretora. Nas flores estaminadas partem do receptáculo floral três estruturas denominadas de pistilódio por Giulietti (1984), que também pode apresentar néctar.

Apesar de nenhuma das duas espécies em estudo se encontrarem nos anexos do CITES (Conservação Internacional de Espécies Ameaçadas de Fauna e Flora Silvestre), que proíbe a comercialização internacional de plantas coletadas na natureza, o IBAMA estabeleceu recentemente a proibição da coleta de inflorescências de *Syngonanthus mucugensis*.

Devido ao risco de extinção sofrido por *S. mucugensis*, *S. curralensis*, e também duas espécies de Cactaceae e Orquidaceae, vem sendo desenvolvido por nosso grupo, sob coordenação do Prof. Eduardo Leite Borba, o projeto “Conservação e manejo de espécies de Eriocaulaceae, Orchidaceae e Cactaceae da Chapada Diamantina ameaçadas de extinção”, subsidiado por estudos de demografia, biologia, ecologia, variabilidade genética e morfológica, etnobotânica e geo-referenciamento, com duração de janeiro de 2002 a fevereiro de 2005.

Essa dissertação está inserida nesse estudo mais amplo, onde se pretende avaliar o comportamento fenológico e o sistema reprodutivo de *S. curralensis* e *S. mucugensis*, visando contribuir com informações sobre sua ecologia, biologia e reprodução, auxiliando na conservação e manejo dessas espécies ameaçadas de extinção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRONQUIST, A. 1988. The evolution and classification of flowering plants. 2 ed. Columbia University Press. The new York Botanical Garden. New York. 1262p.

DAHLGREN, R. M. T.; CLIFFORD H. T. & YEO, P. F. 1985. The families of the Monocotyledones. Structure, evolution, and taxonomy. Springer-Verlag: Berlin. 520p.

GIULIETTI, A. M. 1978. Os gêneros *Eriocaulon* L. e *Leiothrix* Ruhl. (Eriocaulaceae) na Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, Univ. de São Paulo. São Paulo. 357p.

GIULIETTI, A. M. 1984. Estudos taxonômicos no gênero *Leiothrix* Ruhland (Eriocaulaceae) na Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. Tese de Livre-Docência, Instituto de Biociências, Univ. de São Paulo. São Paulo.

GIULIETTI, A. M. 1996. Novas espécies no gênero *Syngonanthus* Ruhl. (Eriocaulaceae) para o Brasil. Boletim Botânica Univ. São Paulo 15: 63-72.

GIULIETTI, A. M. 1997. Análise crítica da evolução da morfologia e da sistemática das Eriocaulaceae. Tese titular. Depto. de Ciências Biológicas. Univ. Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana. 161p.

GIULIETTI, A. M. & HENSOLD, N. 1990. Padrões de distribuição geográfica dos gêneros de Eriocaulaceae. Acta Botanica Brasilica 4 (1): 133-158.

GIULIETTI, A. M. & PIRANI, J. R. 1988. Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. In: Heyer, W. R. & Vanzolini, P. E. (eds.) Proceedings of a Workshop on neotropical distribution patterns. Rio de Janeiro, p. 39-69.

GIULIETTI, A. M.; WANDERLEY, G. L.; LONGHI-WAGNER, H. M.; PIRANI, J. R. & PARRA, L. R. 1996. Estudos em sempre vivas: taxonomia com ênfase nas espécies de Minas Gerais, Brasil. Acta Botanica Brasilica 10 (2): 329-377.

HARLEY, R. M. 1995. Introdução. In: Stannard, B. L. (ed.) Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. Royal Botanic Gardens, Kew, p. 43-78.

HENSOLD, N. C. 1998. Morphology and systematics of *Paepalanthus* subgenus *xeractis* (Eriocaulaceae). Systematic Botanic Monographs 23: 1-150.

LAZZARI, L. R. P. 2000. Redelimitação e revisão de *Syngonanthus* Sect. *Eulepis* (Bong. Ex Koern.) Ruhland – Eriocaulaceae. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo. 201p.

MIRANDA, E. B. & GIULIETTI, A. M. 2001. Eriocaulaceae no Morro do Pai Inácio (Palmeiras) e Serra da Chapadinha (Lençóis), Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Sitientibus série Ciências Biológicas 1 (1): 15-32.

ROSA, M. M. & SCATENA, V. L. 2003. Floral anatomy of *Eriocaulon elichrysoides* and *Syngonanthus caulensis* (Eriocaulaceae). Flora 198: 188-199.

SANO, P. T. 1996. Fenologia de *Paepalanthus hilairi* koern., *P. polyanthus* (Bong.) Kunth e *P. robustus* Silveira: *Paepalanthus* sect. *Actinocephalus* koern. – Eriocaulaceae. Acta Botanica Brasilica 10 (2): 317–328.

SANO, P. T. 1999. Revisão de *Actinocephalus* (Koern.) Sano – Eriocaulaceae. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências. Univ. de São Paulo. São Paulo. 241p.

SCATENA, V. L.; LIMA, A. A. A & LEMOS-FILHO, J. P. 1997. Aspectos fenológicos de *Syngonanthus elegans* (Bong.) Ruhl. (Eriocaulaceae) da Serra do Cipó, MG, Brasil. Arquivos Biológicos. Tecnológicos 40 (1): 153-167.

SCATENA, V. L. & BOUMAN, F. 2001. Embriology and seed development of *Paepalanthus* sect. *Actinocephalus* (Koern.) Ruhland (Eriocaulaceae). Plant Biology 3: 341-350.

STÜTZEL, T. 1998. Monocotyledons: Alismatanae and Comelinanae (except Gramineae).  
In: KUBITZKI, K. (ed.): Flowering plants: The families and genera of vascular plants.  
Vol. IV. Berlin, p. 197-207.

## **CAPÍTULO I**

**Fenologia de *Syngonanthus mucugensis* Giul. e *S. curralensis*  
Moldenke (Eriocaulaceae), nos municípios de Mucugê e Morro  
do Chapéu, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil**

## RESUMO

Este estudo apresenta as estratégias fenológicas de *Syngonanthus mucugesis* e *S. curralensis* (Eriocaulaceae) e a relação destas com fatores abióticos e modos de polinização e dispersão. As observações fenológicas foram realizadas mensalmente entre agosto/2002 e setembro/2004 em dois transectos em campo rupestre, nos municípios de Mucugê e Morro do Chapéu, registrando-se presença/ausência das fenofases. Dentro dos transectos foram acompanhados 20 indivíduos por espécie, a partir de março/2003, onde foram determinadas cinco fenofases: vegetativa, capítulos em desenvolvimento, floração, frutificação e dispersão. Adotou-se a classificação de Newstrom *et al.* (1994) para padrões de floração e frutificação. Essas espécies são conhecidas popularmente como sempre-vivas e exploradas comercialmente por seus capítulos permanecerem com a aparência de vivos durante muitos anos, após destacados das plantas. São plantas herbáceas com distribuição agrupada, apresentam folhas reunidas em roseta e inflorescências monóicas do tipo capítulo, onde ocorre maturação centrípeta dos ciclos estaminados e pistilados, constituídos por flores alvas e reduzidas. As flores estaminadas apresentam antese entre 8:30 e 09:30h, duram um dia, e o ciclo estaminado tem duração de cerca de sete dias. As flores pistiladas apresentam antese por volta das 8:00h, duram três dias e o ciclo pistilado dura três a quatro dias. Não ocorre sobreposição temporal das fases estaminadas e pistiladas em um mesmo capítulo. As duas espécies apresentaram floração e frutificação anual, regular, com duração intermediária, aos níveis de indivíduo e população, ambas ocorrendo na estação seca (floração em junho-agosto e frutificação em julho-novembro). Em ambas espécies, a fase vegetativa constitui grande parte do ciclo fenológico, aproximadamente cinco meses, durante os meses de maior precipitação (novembro-março). Os escapos levam três a quatro meses do início do desenvolvimento até a presença de capítulos jovens no ápice. A dispersão inicia-se cerca de 45 dias após a fecundação estendendo-se por cerca de quatro meses, durante toda a estação seca e início das chuvas. O tipo de diáporo e a distribuição agrupada das populações sugerem uma provável dispersão autocórica favorecida pela estação seca.

**Palavras-chave:** Eriocaulaceae, *Syngonanthus*, sempre-vivas, fenologia.

## INTRODUÇÃO

A fenologia estuda a temporalidade dos eventos biológicos cíclicos relacionando-os com forças seletivas bióticas, estacionalidade climática, fatores endógenos e relações filogenéticas que podem determinar diferentes padrões fenológicos para as populações e comunidades, de acordo com a época, duração e frequência dos eventos (Gentry 1974, Lieth 1974, Bawa 1983, van Schaik et al. 1993, Newstrom *et al.* 1994, Castellani *et al.* 1999, Williams-Linera & Meave 2002). Assim, os estudos sobre fenologia buscam avaliar a interrelação entre as fenofases e a relação destas com os fatores que determinam os padrões fenológicos, contribuindo para a compreensão da organização temporal dos recursos dentro de uma população ou comunidade, interações planta-animal (polinizadores, dispersores e predadores) e regeneração e reprodução das plantas (Gentry 1974, Morellato & Leitão-Filho 1992, Newstrom *et al.* 1994, Sano 1996, Talora & Morellato 2000, Funch *et al.* 2002, Bawa 2003)

Em Eriocaulaceae existem apenas dois trabalhos que abordam aspectos fenológicos, Sano (1996) que estudou a fenologia de *Paepalanthus hilairei*, *P. polyanthus* e *P. robustus* e Scatena *et al.* (1997) que estudaram aspectos fenológicos de *Syngonanthus elegans*, demonstrando que tais estudos ainda são muito insipientes nesse grupo.

A família Eriocaulaceae possui 10 gêneros onde estão distribuídas 1200 espécies, sendo um dos grupos típicos do campo rupestre brasileiro, que ocorre especialmente nas montanhas da Cadeia do Espinhaço de Minas Gerais e Bahia; apresenta uma distribuição pantropical, com a maioria das espécies ocorrendo nos neotrópicos, especialmente nas montanhas da Venezuela e do Brasil (Moldenke 1971 *apud* Lazzari 2000, Giulietti & Pirani 1988 Giulietti & Hensold 1990, Lazzari 2000). Na região central do Brasil ocorre grande número de espécies dessa família (Harley 1995, Giulietti 1997, Miranda & Giulietti 2001), sendo essa área, provavelmente, o seu principal centro de diversidade genética (Giulietti & Hensold 1990).

*Syngonanthus curralensis* ocorre em Morro do Chapéu em regiões de tabuleiros, podendo ser encontrada também na Serra do Curral Feio, em Uburanas (Lazzari 2000), sendo popularmente conhecida como botão. *Syngonanthus mucugensis* foi referida como endêmica dos arredores do município de Mucugê (Giulietti 1996) onde é popularmente chamada de sempre-viva de Mucugê, entretanto, foram encontrados registros de sua presença em outras serras baianas, próximas a Abaíra e Rio de Contas (Lazzari 2000). Ambas espécies são encontradas em regiões denominadas campos rupestres, associadas a

solos rasos e arenosos, que apresentam predomínio de ervas e subarbustos em áreas abertas, destacando-se as famílias Poaceae, Cyperaceae, Velloziaceae e Eriocaulaceae, onde muitos gêneros são restritos ou atingem sua maior diversidade (Giulietti & Pirani 1988, Harley 1995).

*Syngonanthus mucugensis* e *S. curralensis* são espécies herbáceas, com cerca de 30cm e 40cm de altura, respectivamente, apresentam folhas reunidas em roseta e inflorescências monóicas do tipo capítulo, ocorrendo maturação centrípeta das flores e protandria; os capítulos são alvos, com numerosas flores diminutas e apresentam textura paleácea. *Syngonanthus mucugensis* e *S. curralensis*, além de outras espécies de Eriocaulaceae, são popularmente conhecidas como “sempre-vivas” por seus capítulos, após destacados das plantas, permanecerem com a aparência de vivos durante muitos anos (Giulietti 1997).

Essas espécies estão ameaçadas de extinção devido à intensa exploração econômica que vêm sofrendo nas últimas décadas. Os escapos e inflorescências de *S. mucugensis* e *S. curralensis* são coletados, secos ao sol e vendidos para a decoração de interiores. A coleta ocorre antes da produção de sementes, o que compromete a reprodução dessas espécies, levando o IBAMA a proibir recentemente a coleta de *S. mucugensis*.

Apesar da importância econômica que essas plantas apresentam pouco se sabe sobre seus aspectos fenológicos, apenas sendo conhecidas algumas observações de antigos coletores. Dados sobre o ciclo de vida dessas espécies são de elevada importância para o seu manejo e conservação, principalmente se investigada a influência dos fatores abióticos na determinação dos padrões fenológicos e a relação das fenofases com agentes bióticos, como polinizadores.

A época, frequência, duração e sincronia da floração estão diretamente relacionadas com o sucesso reprodutivo nas populações de plantas (Augspurger 1983, Bawa 1983), e são determinadas por fatores abióticos, como temperatura, precipitação e umidade (Castellani *et al.* 1999, Williams-Linera & Meave 2002) e influenciados por aspectos bióticos, como época de atividade do polinizador (Newstrom *et al.* 1994). A fenologia de floração é particularmente importante em plantas monóicas devido à diferenciação temporal na expressão de flores unissexuais determinando o padrão reprodutivo dentro e entre populações (Bullock 1981).

Plantas herbáceas de savanas, muitas vezes, precisam superar determinados riscos ambientais principais, como seca sazonal e/ou inundação e queimas periódicas. Essas espécies atingem estas metas por meio de uma sincronização precisa das suas fases

sucessivas com a variação do ambiente (Sarmiento & Monasterio 1983). O tipo de ambiente onde ocorre *S. mucugensis* e *S. curralensis*, muitas vezes expõe essas espécies a condições semelhantes a de plantas herbáceas de áreas de savanas, podendo levá-las a apresentar estratégias fenológicas similares.

Dessa forma, o presente trabalho pretende avaliar o comportamento fenológico de *S. mucugensis* e *S. curralensis*, correlacionando a fenologia de *S. curralensis* com fatores abióticos (temperatura, umidade e pluviosidade) e discutindo a relação das fenofases em ambas as espécies com fatores bióticos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

As observações fenológicas de *Syngonanthus mucugensis* e *S. curralensis* foram realizadas mensalmente, no período de agosto de 2002 a setembro de 2004, totalizando 26 meses de observações.

A população de *S. mucugensis* que faz parte desse estudo localiza-se nas coordenadas 12°59'46"S; 41°20'40"W, com 959 metros de altitude, a aproximadamente, 500 metros de distância da Sede do Projeto Sempre-Viva, no Parque Municipal de Mucugê, em área denominada, segundo Stradman (1998), como campo rupestre. A região apresenta solos pouco desenvolvidos, rasos, que raramente ultrapassam 50 cm de profundidade, geralmente pobres em nutrientes; possui um clima tropical semi-úmido, com precipitações máximas no final da primavera e no período do verão. A temperatura pode atingir mínimas de 13°C no inverno e máximas de 30°C nos dias mais quentes do ano, sendo a temperatura média anual de 19,8°C (Stradmann 1998) (Fig. 1c).

Para *S. curralensis* a população marcada encontra-se em áreas adjacentes ao município de Morro do Chapéu a, aproximadamente, 5 km da sede, nas coordenadas 11°36'04"S; 41°09'47"W em uma altitude aproximada de 1094 metros, na estrada em direção ao Município de Bonito, região conhecida como Tabuleiro dos Tigres, em uma área classificada, segundo CPRM (1995), como de tensão ecológica, contato campo rupestre/cerrado. Os solos da região apresentam acidez e uma baixa fertilidade, e predomina o tipo climático Cwb (Köppen 1948), tropical de altitude de verão brando, com temperatura média do mês mais frio (julho) inferior a 18°C e temperatura média do mês mais quente (janeiro) inferior a 22°C (CPRM 1995). A temperatura média compensada

equivale a 19,7°C e a precipitação média anual geralmente é reduzida, em torno de 800mm (DNMET 1992 *apud* CPRM 1995) (Fig. 1a, b).

Foram realizadas observações em uma segunda população de *S. mucugensis* (12°59'44"S; 41°20'19"W, 989m de altitude) e de *S. curralensis* (11°33'51"S; 41°10'38"W, 1074m de altitude), a fim de avaliar alguma diferença no padrão fenológico para as espécies.

A delimitação das áreas de estudo para as duas espécies foi realizada através da marcação de um transecto de 50x2m, subdividido em 5 parcelas de 10m, consistindo em uma amostragem de 100m<sup>2</sup>, para cada população estudada, onde foram quantificados os indivíduos em floração e frutificação durante todo o período de estudo.

Em cada transecto foram marcados 20 indivíduos, com placas numeradas, para acompanhamento do ciclo fenológico em nível de indivíduo, no período de março de 2003 a setembro de 2004. Foi adotado o critério de escolha dos indivíduos pela ausência, presença, número médio e número máximo de inflorescências que apresentavam.

Para os indivíduos marcados foram determinadas cinco fenofases, adaptado de Sano (1996): vegetativa, escapos em desenvolvimento, floração, frutificação, sendo também registrada a fenofase de dispersão.

Foram investigados horário da antese, seqüência de abertura das flores estaminadas e pistiladas, duração das fases masculina e feminina, e a ocorrência de sobreposição das duas fases. Para tanto, foram analisadas 100 inflorescências de 30 indivíduos de *Syngonanthus mucugensis*, durante nove dias consecutivos nos meses de julho/2003, com repetição em agosto/2003. Para *S. curralensis* essas análises ocorreram durante sete dias consecutivos no mês de julho/2003, utilizando-se também 30 indivíduos ao longo dos transectos.

O acompanhamento do desenvolvimento das flores até a formação dos frutos foi realizado com base em 20 inflorescências de 10 indivíduos de *S. mucugensis* e *S. curralensis*.

As observações fenológicas foram realizadas em campo, com algumas coletas de inflorescências em diferentes indivíduos situados fora do transecto, para eventuais confirmações de dados coletados a cerca das fenofases.

As inflorescências foram observadas com auxílio de uma lupa de mão (20X), sendo averiguada presença e estágio de desenvolvimento das flores pistiladas e estaminadas, e

presença de frutos em cada inflorescência, confirmando, assim, a fenofase em que os indivíduos se encontravam.

Os dados climatológicos de precipitação, temperatura e umidade para o período de janeiro de 2002 a setembro de 2004, que abrangem os meses de observações fenológicas, foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) apenas para Morro do Chapéu, pois este órgão não possui estação meteorológica no município de Mucugê.

### **Análise dos dados**

A classificação de Newstrom *et al.* (1994) para padrões de floração e frutificação foi adotada neste estudo, que se baseia em critérios de frequência, regularidade e duração do evento.

Foi calculada a correlação de Spearman entre o número de indivíduos de *Syngonanthus curralensis* em floração e frutificação a cada mês e as variáveis climáticas no mesmo período: temperatura média, pluviosidade e umidade. Para realização dessa análise utilizou-se o programa Statistica (2000).

## **RESULTADOS**

*Syngonanthus mucugensis* e *S. curralensis* são espécies herbáceas, com folhas reunidas em roseta que se desenvolvem paralelas ao solo, seus escapos possuem cerca de 30cm e 40cm de altura, respectivamente, e apresentam inflorescências monóicas do tipo capítulo, com brácteas involucrais vistosas. Os capítulos apresentam ca. 2,0cm de diâmetro em *S. mucugensis* e 1,0cm em *S. curralensis*, ocorrendo maturação centrípeta das flores e protandria. As flores são alvas, reduzidas e se dispõem em três ciclos de flores estaminadas e três ciclos de flores pistiladas distribuídos, alternadamente, ao longo do capítulo (Fig. 2a-d). Em algumas inflorescências de ambas espécies foram observados apenas dois ciclos de flores pistiladas. Os indivíduos apresentam distribuição agrupada na população e o número de capítulos produzidos varia entre 1-24 em *S. mucugensis* e 1-17 em *S. curralensis*.

As flores estaminadas de *S. mucugensis* apresentam antese entre 8:30 e 09:30h, com duração de um dia, onde cada ciclo estaminado dura aproximadamente sete dias, com posterior desenvolvimento do seguinte ciclo de flores constituído por flores pistiladas que apresentam antese por volta das 8:00h, com duração do ciclo pistilado sendo de 3 a 4 dias, assim como em *S. curralensis*.

Em *S. mucugensis* são abertas 4-15 flores estaminadas a cada dia, e 15-50 flores pistiladas que apresentam duração de 3 dias, ocorrendo antese de quase todas as flores em um mesmo dia. Em *S. curralensis* ocorre desenvolvimento de 8-19 flores estaminadas a cada dia e de cerca de 30 flores pistiladas, quase todas abrindo em um mesmo dia. Na maior parte do tempo os capítulos se comportam como indivíduos masculinos, porque a fase estaminada dura mais tempo e apresenta maior número de flores. Nas duas espécies não ocorre sobreposição temporal das fases estaminadas e pistiladas em um mesmo capítulo, sendo observada essa sobreposição em capítulos de um mesmo indivíduo.

Os escapos, em ambas espécies, levam em média três meses do início do desenvolvimento até a presença de capítulos jovens no ápice, com as brácteas involucrais fechadas. Entretanto, o início do desenvolvimento dos escapos em um mesmo indivíduo e nas populações estudadas, não ocorre ao mesmo tempo, podendo-se encontrar nos transectos capítulos em desenvolvimento durante cerca de seis meses nos indivíduos de *Syngonanthus mucugensis* e *S. curralensis*, quando se dá o início da abertura das brácteas involucrais dos capítulos jovens (Fig. 3a, b).

A floração de *S. mucugensis* e *S. curralensis* apresentou-se anual, regular, com duração intermediária, onde a maturação dos ciclos de flores estaminadas e pistiladas ocorreu durante os meses de junho a agosto, com um pico de floração para *S. mucugensis* no mês de julho (Fig. 4), não sendo observado pico para os indivíduos de *S. curralensis* (Fig. 5). Em 2002 a floração de *S. curralensis* foi mais extensa, sendo observados indivíduos nessa fenofase até o mês de setembro, entretanto esse comportamento não se repetiu nos anos subsequentes (Fig. 5).

A frutificação nas duas espécies apresentou-se anual, regular, com duração intermediária, durante os meses de julho a novembro, sendo considerados desde indivíduos com frutos imaturos até aqueles que se apresentam dispersando as sementes. A maturação dos frutos dura cerca de quarenta e cinco dias, quando se inicia a dispersão das sementes, que coincide com períodos de escassez de chuvas nas áreas de estudo, de agosto a dezembro (Fig. 4, 5).

A segunda população estudada de *S. mucugensis* apresentou floração em junho de 2003 cerca de 20 dias antes dos indivíduos situados na área demarcada. Nesse mesmo mês, foram visitadas duas outras populações de *S. mucugensis*, na área denominada Leolbino (12°58'55"S; 41°26'15"W) e Gobira (13°05'30"S; 41°22'09"W), também situadas no município de Mucugê, sendo observado indícios de coleta dos capítulos nessa primeira área e vários indivíduos em floração. Ao contrário, no Gobira poucos indivíduos foram

encontrados em floração, e não havia vestígios de coleta das inflorescências, provavelmente pelo difícil acesso e devido ao fato da população se encontrar no início da floração. Na segunda população estudada de *S. curralensis*, foi observado o mesmo padrão fenológico que na população marcada.

As duas espécies apresentam fruto do tipo cápsula, loculicida, de coloração castanho-escuro, com cerca de 1,5mm. São produzidas três sementes por fruto, muito leves, elípticas, com testa de coloração avermelhada e cerca de 0,5mm. Este tipo de diásporo apresenta características relacionadas com anemocoria, como sementes leves e diminutas, dispersas na estação seca e em áreas abertas, podendo ser classificado, segundo van der Pijl (1982) como pulverulento. Segundo a classificação proposta por Augspurger (1983), esse diásporo seria do tipo “não-classificado”, por não apresentar desenho morfológico diretamente relacionado com a dispersão pelo vento. Os diásporos de ambas espécies não apresentam estruturas secundárias, como papus e alas, não favorecendo a dispersão a longas distâncias. As características morfológicas dos diásporos, associadas à distribuição agrupada das populações e o grande número de plântulas próximas a indivíduos adultos, nos levou a sugerir a dispersão autocórica para *S. curralensis* e *S. mucugensis*.

Entretanto, a autocoria nessas espécies tem o vento com um fator importante, uma vez que as cápsulas se abrem deixando as sementes expostas entre as flores fenescidas do capítulo, sendo estas dispersas quando o vento atua fazendo movimentar os escapos, que são bastante delicados e susceptíveis à ação do vento. Após a dispersão das sementes, os capítulos tendem a inclinar-se em direção ao solo, sendo encontrados caídos a partir do mês de novembro, quando ocorre a formação de novas folhas.

Para *Syngonanthus curralensis*, a floração apresentou uma correlação negativa significativa com a temperatura ( $r_s = -0,795$ ;  $p = 0,000001$ ), não havendo correlação com a umidade e pluviosidade (Fig. 5-7), enquanto que a frutificação apresentou correlação negativa significativa com a pluviosidade ( $r_s = -0,582$ ;  $p = 0,0018$ ) e com a temperatura ( $r_s = -0,546$ ;  $p = 0,0038$ ), não apresentando correlação com a umidade (Fig. 5-7).

Em relação aos indivíduos marcados ( $n=20$ ), no período de março/2003 a fevereiro/2004, foi observado que ocorreu floração e frutificação em 15 indivíduos de *S. mucugensis* não sendo registrada ocorrência de morte e em *S. curralensis* houve desenvolvimento reprodutivo de 19 indivíduos, com uma morte em abril e outra em fevereiro (Tab. 1, 2; Fig. 8, 9). Ao final das observações (setembro/2004) entre os indivíduos marcados foram registradas três mortes para *S. mucugensis* e seis para *S.*

*curralensis*. Foi observado que, em ambas espécies, floração e frutificação ocorreram sincronicamente.

Em *S. mucugensis* foi observado que em dois dos indivíduos marcados que morreram ocorreu desenvolvimento de novas rosetas em agosto/2004. Provavelmente, as sementes dispersas tenham encontrado ambiente propício para germinação entre as folhas velhas dos indivíduos mortos, ou tenha ocorrido brotamento. A produção de novas rosetas não foi observada para os indivíduos mortos de *S. curralensis*.

O acompanhamento fenológico, onde são consideradas as cinco fenofases propostas, para os indivíduos marcados de *Syngonanthus mucugensis* e *S. curralensis* está descrito nas Tabelas 1 e 2.

## DISCUSSÃO

As populações estudadas de *Syngonanthus mucugensis* e *S. curralensis* apresentaram padrão de floração e frutificação anual, regular e intermediário (ca. três meses), ocorrendo no período seco, não sendo observadas variações durante os ciclos reprodutivos observados. Ambas espécies apresentaram padrão de floração semelhante aquele denominado por Gentry (1974) como "cornucopia", identificado em espécies de Bignoniaceae, onde há produção de numerosas flores durante um período extenso, atraindo muitos polinizadores de diferentes taxas (Capítulo II).

O grande número de indivíduos de *S. mucugensis* e *S. curralensis* em floração ao mesmo tempo pode promover um aumento da disponibilidade de recursos nas populações. Segundo Augspurger (1993), a abundância de recursos é responsável pela atração de muitos tipos de polinizadores oportunistas.

O padrão de floração e frutificação anual e intermediário apresentado por *S. mucugensis* e *S. curralensis* foi observado também para *S. elegans* (Scatena *et al.* 1997). Entretanto, *Paepalanthus hilairei*, *P. polyanthus* e *P. robustus* apesar de apresentarem padrão de floração e frutificação anual, estes ocorreram durante um período longo (Sano 1996).

Segundo Felfili *et al.* (1999), o padrão anual de floração e frutificação contribui para a manutenção da abundância da espécie na comunidade. Nas espécies que florescem anualmente, floração e frutificação podem ocorrer durante um período mais longo que espécies que florescem episodicamente (Bawa *et al.* 2003) e aquelas que apresentam

floração em períodos de tempo relativamente longo tem um aumento na oportunidade de cruzamento, ao contrário de plantas que florescem em curtos períodos (Bawa 1983).

*Croton floribundus* e *C. priscus* apresentam floração anual, intermediária (Passos 1995), assim como as espécies de *Syngonanthus* estudadas. As plantas com este padrão, florescem anualmente numa determinada estação e produzem um grande número de flores, durante quatro ou oito semanas, atraindo um amplo espectro de polinizadores (Gentry 1974, Morellato 1991).

Os padrões fenológicos são determinados por fatores climáticos, processos endógenos da planta e pressões seletivas bióticas que devem influenciar a periodicidade das fenofases (Williams-Linera & Meave 2002). De acordo com Newstrom *et al.* (1994), a época do ciclo reprodutivo das plantas afeta não apenas as plantas, mas também os animais que dependem de seus recursos.

Segundo Gentry (1974), a sazonalidade de produção de flores constitui um mecanismo comum na diversificação fenológica. Richards (1952) afirmou que em ambientes tropicais sazonais, com estação seca bem definida, a maior parte dos indivíduos floresce na estação seca. Felfili *et al.* (1999) observaram que a floração de *Stryphnodendron adstringens* ocorre no período seco. Fonseca (2004), observou que os picos de floração de *Melocactus paucispinus* ocorreram durante os períodos secos, enquanto os picos de frutificação ocorreram durante ou logo após períodos chuvosos.

*Syngonanthus mucugensis* e *S. curralensis* apresentaram padrão de floração e frutificação sazonal, reproduzindo apenas na estação seca, como o observado por Miranda (1995) para espécies anemocóricas que apresentaram frutos maduros nessa estação, entre os meses de setembro e dezembro. A floração e frutificação de *Paepalanthus hilairi*, *P. polyanthus* e *P. robustus* ocorrem no período chuvoso (Sano 1996), ao contrário de *Syngonanthus* que apresenta sua fase reprodutiva no período mais seco (Scatena *et al.* 1997).

Em regiões de clima sazonal, com estações chuvosas e secas bem marcadas, a pluviosidade tem sido apontada como condicionante da fenodinâmica (Felfili *et al.* 1999, Morellato e Leitão-Filho 1992, Williams-Linera & Meave 2002).

Castellani *et al.* (1999) ao estudar a fenologia de uma comunidade de duna, sugere que episódios de déficit hídrico restringem os eventos de floração e frutificação bem como os de germinação e brotamento. Segundo Scatena *et al.* (1997) a escassez hídrica pode ser o fator físico mais limitante em populações de *S. elegans*, devido a taxa de mortalidade desses indivíduos se apresentar maior nesse período.

Nas populações estudadas de *S. mucugensis* e *S. curralensis* a escassez hídrica observada não parece interferir no desenvolvimento reprodutivo das espécies, uma vez que ocorreu floração e frutificação da maioria dos indivíduos. O estresse hídrico é o maior estímulo para a floração durante a estação seca (Borchert 1980, 1983 *apud* Bawa 2003), podendo estar atuando dessa forma nas populações estudadas.

Segundo Janzen (1967), a floração na estação seca seria vantajosa, pois as condições climáticas são favoráveis, não havendo chuvas pesadas que danifiquem as flores, a queda mais intensa das folhas facilita a visualização das flores pelos polinizadores, muito ativos nessa época e a herbivoria é reduzida. *Syngonanthus mucugensis* e *S. curralensis* apresentam flores muito delicadas, sendo vantajosa a floração na estação seca.

Segundo Bawa *et al.* (2003), a reprodução na estação seca permite separação temporal de atividade reprodutiva e crescimento vegetativo, como observado em *S. mucugensis* e *S. curralensis* que durante ca. seis meses apresentaram apenas estruturas vegetativas, no período chuvoso, seguido de ca. seis meses com estruturas reprodutivas, no período seco, com dispersão das sementes no início do período chuvoso. Janzen (1967) sugere que espécies de árvores em florestas secas podem florir na estação seca porque na estação úmida é maior o período de crescimento vegetativo dessas espécies.

A maturação dos frutos de *S. mucugensis* e *S. curralensis* no final da estação seca e início da chuvosa pode estar relacionada com as condições favoráveis para a germinação devido à disponibilidade hídrica, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular durante a estação úmida. Segundo Morellato & Leitão-Filho (1992), a maturação dos frutos na estação seca, pouco antes das chuvas, aumenta a probabilidade de germinação e crescimento das plântulas. Scatena *et al.* (1997) observou dispersão das sementes de *Syngonanthus elegans* no início do período chuvoso, o que favoreceu a germinação das sementes e estabelecimento das plantulas.

As sementes de espécies de *Paepalanthus* estudadas por Sano (1996) caem muito próximas à planta-mãe, promovendo um grande agrupamento de indivíduos jovens, o que reforça a idéia de autocoria nessas espécies. Scatena *et al.* (1997), observou que os capítulos de *Syngonanthus elegans*, ao inclinarem-se em direção ao solo, com auxílio dos ventos fortes, também apresentam dispersão autocórica. Entretanto, Lazari (2000) descreve que nas espécies de *S. sect. Eulepis* os diásporos seriam dispersos pelo vento, visto que não existem evidências de outros agentes dispersores. Nesse estudo é sugerida a ocorrência de autocoria para *S. mucugensis* e *S. curralensis*, ressaltando a importância do vento na

dispersão dos diásporos, pois este promove a movimentação dos escapos e queda das sementes. A distribuição agrupada dos indivíduos nas populações e ausência de estruturas, como papus e alas, que propiciem a dispersão dos diásporos pelo vento corrobora a idéia de que a autocoria seja o tipo de dispersão comum nessas espécies de Eriocaulaceae, apesar destas se encontrarem em ambientes que apresentam características ambientais semelhante a aquelas encontradas para espécies anemocóricas, como áreas abertas que propiciam melhor percolação do ar.

A baixa umidade relativa durante a estação seca seria importante no processo de dessecação que acompanha a maturação dos diásporos de espécies de Leguminosae, Bombacaceae, Asclapiadaceae e Bignoniaceae (Janzen 1967). Essa relação entre umidade e abertura dos frutos pode ocorrer nas espécies de Eriocaulaceae estudadas, uma vez que estas apresentam cápsulas loculicidas que dispersam sementes diminutas durante a estação seca.

Em espécies anemocóricas não há competição por agentes dispersores e a época de produção de seus frutos teria maior sincronia com condições abióticas (Morellato & Leitão-Filho 1992), como observado na dispersão autocórica para *S. mucugensis* e *S. curralensis*.

Em muitas áreas da Chapada Diamantina são antigos os registros de fogo espontâneo, inclusive nos campos rupestres onde se encontram as espécies estudadas. Segundo Sano (1996), o fogo pode ser um fator regulador da floração, podendo levar a um aumento na reprodução de espécies de *Paepalanthus*.

O microhabitat particular em que vivem as espécies pode ser um fator importante na variabilidade fenológica entre indivíduos (Williams-Linera & Meave 2002), fato este que pode justificar a não floração de alguns indivíduos de *S. mucugensis* e *S. curralensis* nas áreas estudadas.

*Syngonanthus mucugensis* e *S. curralensis* são espécies monóicas que não apresentam sobreposição das fenofases no capítulo. Durante o desenvolvimento das flores foi observado um intervalo na transição da fase pistilada para estaminada, uma vez que as flores femininas duram três dias, mas se encontram receptivas apenas no primeiro (Capítulo II). Em plantas monóicas com intervalo entre as fases femininas e masculina, o período sem flores elimina a possibilidade de sobreposição entre as fases sexuais, podendo ainda ser fisiologicamente necessário para que ocorra a transformação de uma fase sexual em outra (Bawa 1983).

Passos (1995), observou que a sobreposição entre as fases pistiladas e estaminadas é pequena ou inexistente num mesmo indivíduo de *Croton floribundus* e *C. priscus*, e a dicogamia marcada nessas espécies de *Croton* reduz a autogamia.

Em *S. mucugensis* e *S. curralensis*, na maior parte do tempo os capítulos se comportam como masculinos, uma vez que há maior número de flores estaminadas que pistiladas e a fase estaminada dura mais tempo. Indivíduos de *Croton floribundus* e *C. priscus* apresentam essa mesma característica, denominada dioicia temporal (Passos 1995). Bawa (1980) observou que em floresta seca na Costa Rica a grande maioria das espécies dióicas é polinizada por insetos relativamente pequenos. Considerando que as espécies de *Syngonanthus* estudadas comportam-se temporalmente como plantas dióicas e polinizadas por pequenos insetos (Capítulo II), tais resultados reforçam o que foi encontrado por Bawa (1980).

Segundo Bawa (1983), em espécies dióicas as plantas masculinas geralmente apresentam número maior de flores que as femininas e a fase estaminada precede a pistilada, afirmando ainda que a fase pistilada pode ter duração menor que a estaminada. Apesar de ser uma espécie monóica, tais características também foram observadas nas espécies de *Syngonanthus* estudadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUGSPURGER, C. K. 1983. Phenology, flowering synchrony, and fruit set of six neotropical shrubs. Biotropica 15 (4): 257-267.

BULLOCK, S. 1981. Notes on the phenology in inflorescences and pollination of some rain forest palms in Costa Rica. Principes 25: 101-105.

BAWA, K. S. 1980. Evolution of dioecy in flowering plants. Annual Review of Ecology and Systematics 11: 15-39.

BAWA, K. S. 1983. Patterns of flowering in tropical plants. In: JONES, C. E. & LITTLE, R. J. (eds.) Handbook of experimental pollination biology. Van Nostrand Reinhold. New York, p. 394-410.

BAWA, K. S.; KANG, H. & GRAYUM, M. H. 2003. Relationships among time, frequency, and duration of flowering in tropical rain forest trees. American Journal of Botany 90 (6) 877-887.

CASTELLANI, T. T.; CAUS, C. A. & VIEIRA, S. 1999. Fenologia de uma comunidade de duna frontal no sul do Brasil. Acta Botanica Brasilica 13 (1): 99-144.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM).1995. Projeto mapas municipais do município de Morro do Chapéu, Bahia. Salvador. 309p.

FELFILI, J. M.; SILVA-JÚNIOR, M. C.; DIAS, B. J. & REZENDE, A. V. 1999. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado sensu stricto da fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. Revista Brasileira de Botânica 22: 83-90.

FONSECA, R. B. S. 2004. Fenologia reprodutiva e dispersão de *Melocactus glaucescens* Buining & Brederoo e *M. paucispinus* G. Heimen & R. Paul (Cactaceae) no município de Morro do Chapéu, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Dissertação de Mestrado. Univ. Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana. 123p.

FUNCH, L. S.; FUNCH, R. & BARROSO, G. M. 2002. Phenology of gallery and montane forest in the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. Biotropica 34: 40-50.

GENTRY, A. H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. Biotropica 6: 48-64.

GIULIETTI, A. M. 1996. Novas espécies no gênero *Syngonanthus* Ruhl. (Eriocaulaceae) para o Brasil. Boletim Botânica Univ. São Paulo 15: 63-72.

GIULIETTI, A. M. 1997. Análise crítica da evolução da morfologia e da sistemática das Eriocaulaceae. Tese titular. Depto. de Ciências Biológicas. Univ. Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana. 161p.

GIULIETTI, A. M. & HENSOLD, N. 1990. Padrões de distribuição geográfica dos gêneros de Eriocaulaceae. Acta Botanica Brasilica 4 (1): 133-158.

GIULIETTI, A. M. & PIRANI, J. R. 1988. Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. In: Heyer, W. R. & Vanzolini, P. E. (eds.) Proceedings of a Workshop on neotropical distribution patterns. Rio de Janeiro, p. 39-69.

GIULIETTI, A. M.; WANDERLEY, G. L.; LONGHI-WAGNER, H. M.; PIRANI, J. R. & PARRA, L. R. 1996. Estudos em sempre vivas: taxonomia com ênfase nas espécies de Minas Gerais, Brasil. Acta Botanica Brasilica 10(2): 329-377.

HARLEY, R. M. 1995. Introdução. In: Stannard, B. L. (ed.) Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. Royal Botanic Gardens, Kew, p. 43-78.

KÖPPEN, W. 1948. Climatologia com un estudio de los climas de la Tierra (traduzido por P.R.H. Peres). Fondo de Cultura Economica, Mexico.

JANZEN, D. H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in central América. Evolution 21: 620-637.

LAZZARI, L. R. P. 2000. Redelimitação e revisão de *Syngonanthus* Sect. *Eulepis* (Bong. Ex Koern.) Ruhland – Eriocaulaceae. Tese de doutorado. Univ. de São Paulo. São Paulo. 201p.

LIETH, H. 1974. Purpose of a phenology book. In: Lieth, H. (ed.). Phenology and seasonality modeling. Springer, Berlin, p. 2-19.

MIRANDA, I. S. 1995. fenologia do estrato arbóreo de uma comunidade de cerrado em Alter-do-chão, PA. Revista Brasileira de Botânica 18: 235-240.

MIRANDA, E. B. & GIULIETTI, A. M. 2001. Eriocaulaceae no Morro do Pai Inácio (Palmeiras) e Serra da Chapadinha (Lençóis), Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Sitientibus série Ciências Biológicas 1(1): 15-32.

MORELLATO, L. P. C. 1991. Fenologia de árvores, arbustos e lianas em floresta semidecídua no sudeste do Brasil. Tese de doutorado. Univ. Estadual de Campinas. Campinas. 176p.

MORELLATO, L. P. C. & LEITÃO-FILHO, H. F. 1992. padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: MORELLATO, L. P. C. (ed.). História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil. Editora da Unicamp/Fapesp, Campinas, p. 112-140.

NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W. & BAKER, H. G. 1994. A new classification for plant phenology basead on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. Biotropica 26(2):141-159.

PASSOS, L. M. 1995. Fenologia, polinização e reprodução de duas espécies de *Croton* (Euphorbiaceae) em mata semidecídua. Dissertação de mestrado. Univ. Estadual de Campinas. Campinas. 84p.

SANO, P. T. 1996. Fenologia de *Paepalanthus hilairei* koern., *P. polyanthus* (Bong.) Kunth e *P. robustus* Silveira: *Paepalanthus* sect. *Actinocephalus* Koern. – Eriocaulaceae. Acta Botanica Brasilica 10 (2): 317–328.

SARMIENTO, G. & MONASTÉRIO, M. 1983. Life forms and phenology. In: BOURLIERE, F. (ed.). Ecosystems of the world: tropical savannas. Elsevier Science, Amsterdam, p. 79-108.

SCATENA, V. L.; LIMA, A. A. A & LEMOS-FILHO, J. P. 1997. Aspectos fenológicos de *Syngonanthus elegans* (Bong.) Ruhl. (Eriocaulaceae) da Serra do Cipó, MG, Brasil. Arquivos Biologicos Tecnologicos 40 (1): 153-167.

STATSOFT INC. 2000. STATISTICA for Windows [Computer program manual]. Tulsa, OK: StatSoft, Inc., 2300 East 14th Street, Tulsa, OK 74104, phone: (918) 749-1119, fax: (918) 749-2217, email: info@statsoft.com, WEB: <http://www.statsoft.com>

STRADMANN, M. T. S. 1998. Plano de Manejo do Parque Municipal de Mucugê. Prefeitura Municipal de Mucugê. Mucugê. 164p.

TALORA, D. C. & MORELLATO, L. P. C. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Botânica 23: 13-26.

VAN DER PIJL, L. 1982. Principles of dispersal in higher plants. 3rd edition. Springer-Verlag, Berlin. 215p.

VAN SHAICK, C. P.; TERBORGH, J. W. & WRIGHT, S. J. 1993. The phenology of tropical forests: adaptative significance and consequences for primary consumers. Annual Review of Ecology and Systematics 24: 353-377.

WILLIAMS-LINERA, G. & MEAVE, J. 2002. Patrones fenológicos. In: GUARIGUATA, M. R. & KATTAN, G. H. (eds.). Ecología y conservación de bosques neotropicales. Libro Universitario regional, Costa Rica, p. 407-431.

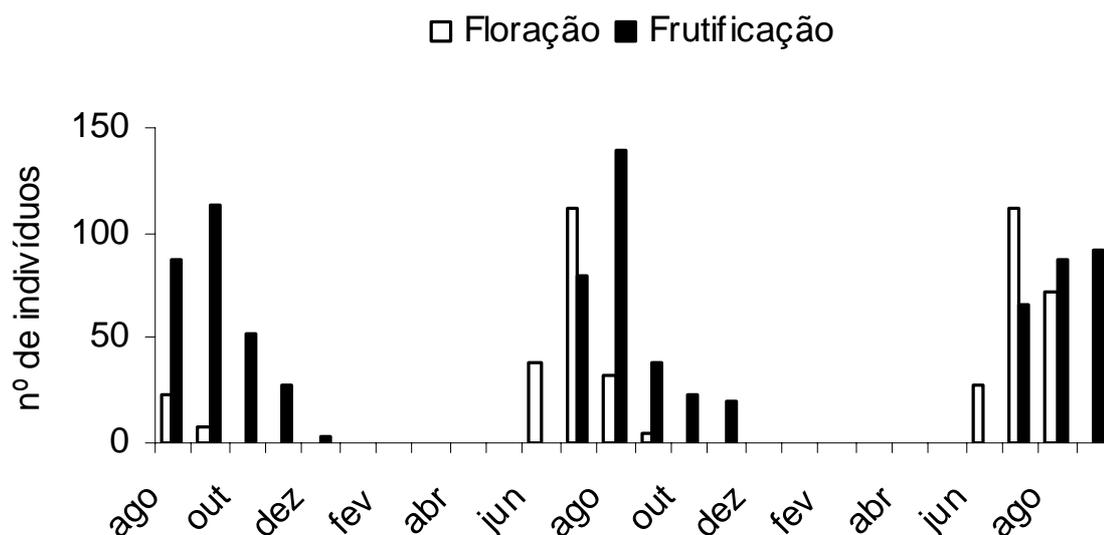


Figura 4. Número total de indivíduos de *S. mucugensis*, no transecto de 50x2m, em floração e frutificação no período de agosto de 2002 a setembro de 2004, no município de Mucugê, Bahia.

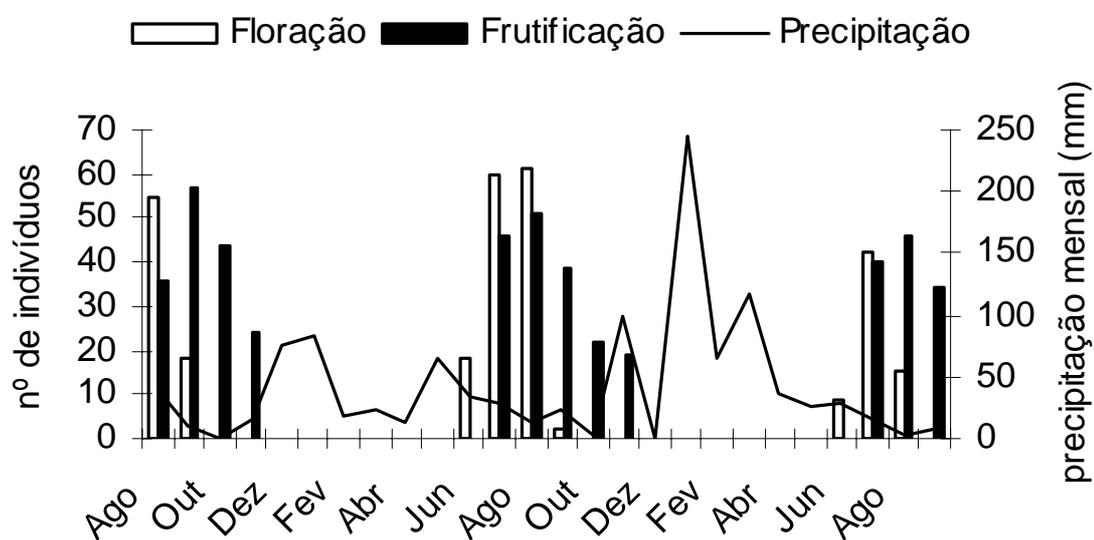


Figura 5. Número total de indivíduos de *Syngonanthus curralensis*, no transecto de 50x2m, em floração e frutificação no período de agosto de 2002 a setembro de 2004, no município de Morro do Chapéu, Bahia, e precipitação mensal referente ao período.

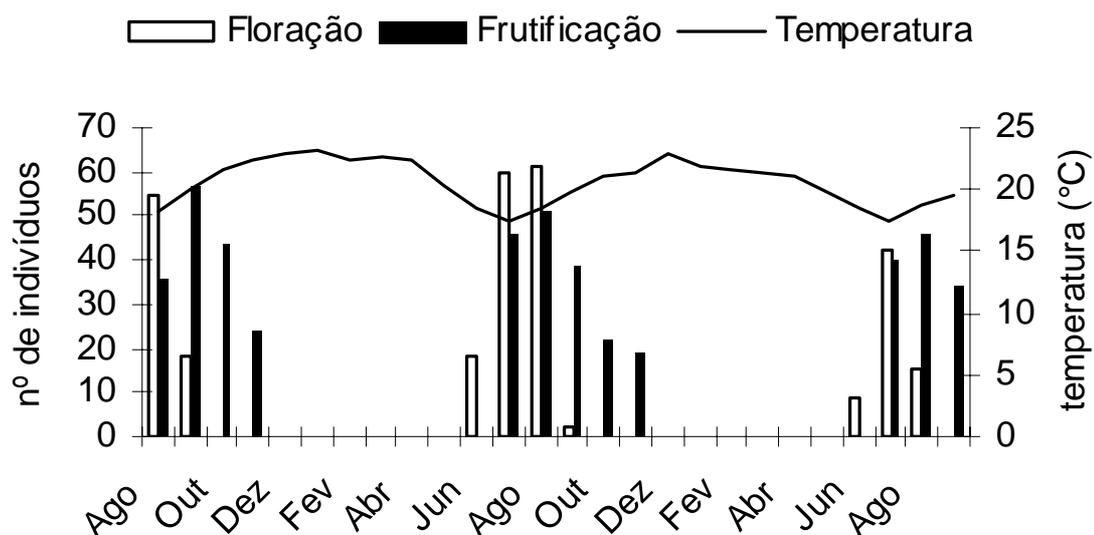


Figura 6. Número total de indivíduos de *S. curralensis*, no transecto de 50x2m, em floração e frutificação no período de agosto de 2002 a setembro de 2004, no município de Morro do Chapéu, Bahia, e temperatura média mensal referente ao período.

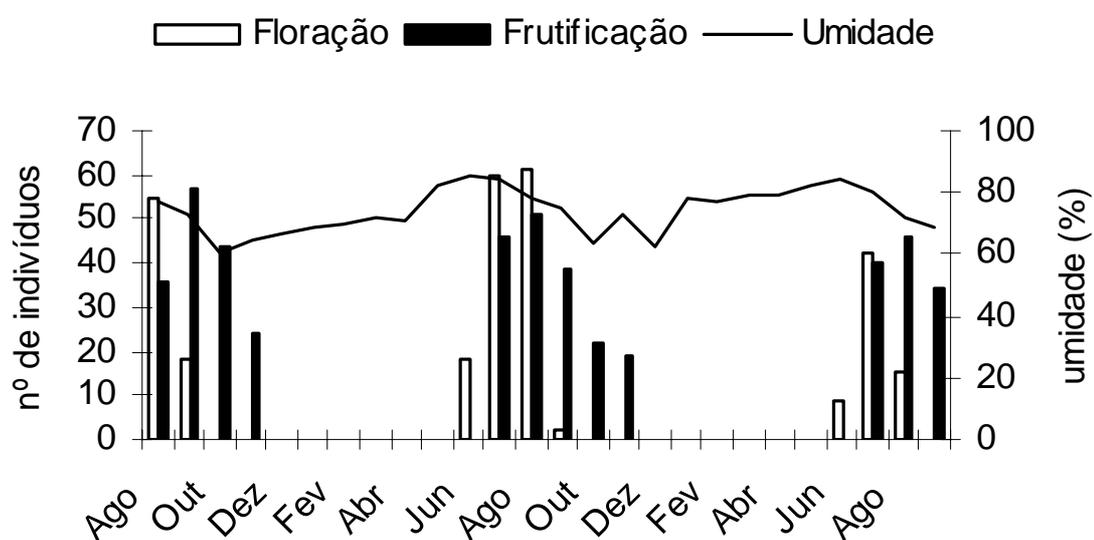


Figura 7. Número total de indivíduos de *S. curralensis*, no transecto de 50x2m, em floração e frutificação no período de agosto de 2002 a setembro de 2004, no município de Morro do Chapéu, Bahia, e umidade média mensal referente ao período.

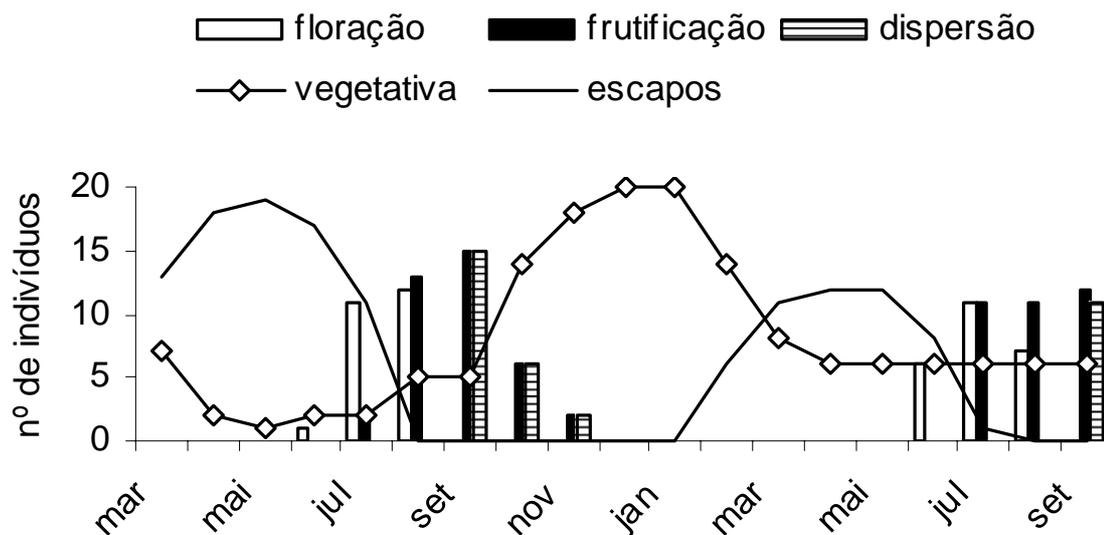


Figura 8. Fenofases observadas para os indivíduos marcados de *Syngonanthus mucugensis* (n=20), no período de março de 2003 a setembro de 2004, no município de Mucugê, Bahia.

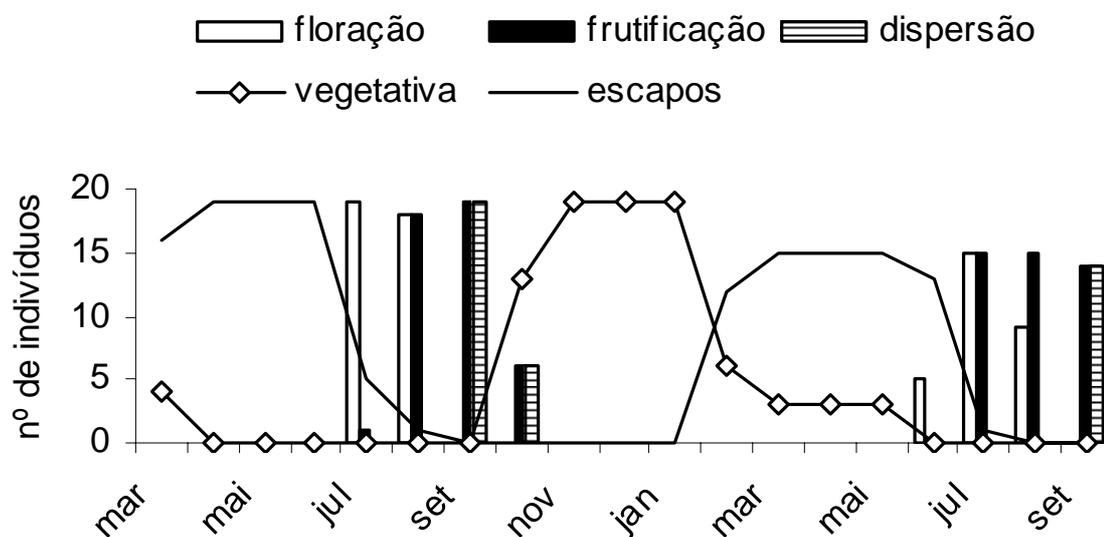


Figura 9. Fenofases observadas para os indivíduos marcados de *S. curralensis* (n=20), no período de março de 2003 a setembro de 2004, no município de Morro do Chapéu, Bahia.

Tabela 1. Acompanhamento fenológico detalhado dos indivíduos marcados de *Syngonanthus mucugensis*, no período de março de 2003 a fevereiro de 2004, no município de Mucugê, Bahia, onde EE=escapo emergindo, CF=capítulo fechado, FL=floração, FR=frutificação, DP=dispersão e \* refere-se à presença apenas folhas.

Indivíduos	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev
1	8EE	14EE	14EE	15CF	13CF	11FL/FR	4DP	4DP	*	*	*	*
2	22EE	24EE	24EE	24CF	1CF 21FL/FR	13FL/FR	5FR 4DP	9DP	*	*	*	16EE
3	11EE	11EE	11EE	11CF	1CF 5FL	3FL 4FR	2DP	2DP	*	*	*	*
4	*	2EE	3EE	1CF	1CF	1FL/FR	1DP	*	*	*	*	*
5	17EE	16EE	16EE	14CF	2EE 7CF 1FL	8FL/FR	5DP	5DP	1DP	*	*	16EE
6	*	1EE	1EE	1EE	1EE	*	*	*	*	*	*	*
7	3EE	3EE	3EE	3FL	3FL/FR	3FR	3DP	1DP	*	*	*	*
8	1EE	1EE	1EE	1EE	1EE	*	*	*	*	*	*	*
9	7EE	10EE	10EE	10CF	1CF 4FL	8FL/FR	2FR 5DP	*	*	*	*	3EE
10	*	*	1EE	1EE	1EE	*	*	*	*	*	*	*
11	6EE	9EE	12EE	11CF	11FL	3FL 8FR	9DP	6DP	2DP	*	*	4EE
12	*	1EE	1EE	1CF	1FL	1FL/FR	1DP	*	*	*	*	*
13	*	2EE	2EE	2CF	2FL	2FL	2DP	*	*	*	*	*
14	1EE	1EE	2EE	2CF	2CF	2FL	2DP	*	*	*	*	*
15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
16	1EE	1EE	1EE	1CF	1CF	1FL/FR	1DP	*	*	*	*	*
17	9EE	9EE	8EE	9CF	9FL	5FL/FR 4FR	9DP	*	*	*	*	4EE
18	1EE	1EE	1EE	*	*	*	*	*	*	*	*	*
19	6EE	11EE	11EE	11CF	11FL	11FR	1FR 7DP	*	*	*	*	8EE
20	*	2EE	2EE	2CF	2FL	2FR	2DP	*	*	*	*	*

Tabela 2. Acompanhamento fenológico detalhado dos indivíduos marcados de *Syngonanthus curralensis*, no período de março de 2003 a fevereiro de 2004, no município de Morro do Chapéu, Bahia, onde EE=escapo emergindo, CF=capítulo fechado, FL=floração, FR=frutificação, DP=dispersão e \* refere-se à presença apenas folhas.

Indivíduos	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev
1	*	3EE	4EE	4EE	4FL	4FL/FR	4DP	*	*	*	*	*
2	*	MORREU										
3	*	3EE	3EE	3EE	3FL	4FL/FR	4DP	2DP	*	*	*	*
4	5EE	8EE	8EE	7EE	3EE 5FL	2CF 6FL/FR	8DP	*	*	*	*	*
5	4EE	3EE	4EE	4EE	4FL	4FL/FR	4DP	1DP	*	*	*	*
6	6EE	11EE	10EE	6EE	6FL	4FL/FR	3DP	*	*	*	*	4EE
7	5EE	6EE	6EE	5EE 4CF	3CF 6FL/FR	6FL/FR	6DP	3DP	*	*	*	7EE
8	3EE	3EE	3EE	3EE	3FL	3FL/FR	3DP	*	*	*	*	5EE
9	14EE	11EE	15EE	9CF	7FL	5FL/FR 3FR	1FR 7DP	7DP	*	*	*	12EE
10	4EE	5EE	4EE	4EE	2FL	2FL/FR	2DP	*	*	*	*	5EE
11	5EE	7EE	8EE	6EE	7FL	6FL/FR	1FR 5DP	*	*	*	*	3EE
12	9EE	8EE	9EE	9EE	9FL	6FL/FR 3FR	1FR 7DP	*	*	*	*	11EE
13	2EE	8EE	8EE	8EE	8FL	4FL/FR 4FR	8DP	*	*	*	*	*
14	7EE	9EE	9EE	5EE	3FL	2FL/FR	2DP	*	*	*	*	*
15	17EE	18EE	17EE	5EE	1EE 1CF 3FL	5FL/FR	5DP	2DP	*	*	*	10EE
16	14EE	16EE	16EE	17EE	14FL	15FL/FR	14DP	*	*	*	*	5EE
17	*	2EE	3EE	2EE	2FL	2FL	1FR 1DP	*	*	*	*	6EE
18	11EE	13EE	13EE	11EE	1EE 11FL	9FL/FR	9DP	3DP	*	*	*	10EE
19	9EE	10EE	12EE	5EE	1EE 3FL	3FR	3DP	*	*	*	*	6EE
20	12EE	13EE	12EE	6EE	5FL	4FL/FR	4DP	*	*	*	*	MORREU

## CAPÍTULO II

**Biologia reprodutiva de *Syngonanthus mucugensis* Giul. e *S. curralensis* Moldenke (Eriocaulaceae): entomofilia em uma família tipicamente anemófila**

## RESUMO

A biologia reprodutiva de *Syngonanthus mucugensis* e *S. curralensis* (Eriocaulaceae) foi estudada em áreas de campo rupestre nos municípios de Mucugê e Morro do Chapéu. Essas espécies são herbáceas com distribuição agrupada, apresentam folhas reunidas em roseta e inflorescências monóicas do tipo capítulo. As flores são alvas, reduzidas e os ciclos estaminados e pistilados apresentam maturação centrípeta no capítulo. Essas espécies são conhecidas popularmente como sempre-vivas e exploradas comercialmente por seus capítulos permanecerem com a aparência de vivos durante muitos anos, após destacados das plantas. Ambas espécies apresentam floração de junho a agosto. As flores estaminadas apresentam antese entre 8:30 e 09:30h, duram um dia e o ciclo estaminado tem duração de cerca de sete dias. As flores pistiladas apresentam antese por volta das 8:00h, duram três dias e o ciclo pistilado dura três a quatro dias. Não ocorre sobreposição temporal das fases estaminadas e pistiladas em um mesmo capítulo. A viabilidade polínica em *S. mucugensis* foi de 88,6% e em *S. curralensis* 92,5%. Não foi observada presença de polenkitt e secreção estigmática nas espécies estudadas. O período de receptividade estigmática foi registrado apenas para *S. mucugensis*, ocorrendo ao longo do dia. Nas duas espécies a reação com o hidróxido de amônio revelou a ocorrência de absorção de ultravioleta nas inflorescências e foi registrado odor adocicado nos capítulos nas fases estaminada e pistilada, não sendo observada produção de néctar em nenhum horário do dia. Ambas espécies foram visitadas por diferentes taxas de insetos, onde as moscas são os principais polinizadores, especialmente *Toxomerus* sp., *Chrysotoxum* sp. (Syrphidae), *Apolysis* sp. *Mythichomyia* sp.1, *Mythichomyia* sp.2, *Mythichomyia* sp.3 e *Mythichomyia* sp.4 (Bombyliidae). O vento parece não atuar como vetor de pólen. *Syngonanthus mucugensis* é uma espécie autocompatível e ocorreu formação de frutos por agamospermia em baixa frequência. A entomofilia nessas espécies é provavelmente o único sistema de polinização, promovendo a xenogamia nas espécies.

**Palavras-chave:** Eriocaulaceae, *Syngonanthus*, sempre-vivas, biologia reprodutiva, polinização.

## INTRODUÇÃO

A família Eriocaulaceae, composta por cerca de 1200 espécies reunidas em 10 gêneros, apresenta distribuição pantropical, entretanto, a maioria das espécies ocorre nos neotrópicos, especialmente nas montanhas da Venezuela e do Brasil (Moldenke 1971 *apud* Lazzari 2000, Giuliatti & Pirani 1988, Giuliatti & Hensold 1990, Lazzari 2000). No Brasil, a maioria das espécies apresenta distribuição geográfica restrita à região central do país (Giuliatti 1997). Essa família é típica de campo rupestre brasileiro, ocorrendo especialmente nas montanhas da Cadeia do Espinhaço de Minas Gerais e Bahia (Lazzari 2000) sendo, provavelmente, seu centro de diversidade genética (Giuliatti & Hensold 1990), uma vez que apresenta grande número de espécies nessas áreas (Harley 1995, Miranda & Giuliatti 2001).

Estudos de biologia reprodutiva ainda são muito incipientes em Eriocaulaceae (Sano 1996, Scatena *et al.* 1997, Castellani & d'Eça-Neves 2000) e, aparentemente, não existem trabalhos de sistema de reprodução para a família. As informações sobre o sistema de polinização em Eriocaulaceae são baseadas exclusivamente em dados morfológicos e observações casuais. Alguns autores reconhecem a anemofilia como sistema de polinização para as espécies de Eriocaulaceae (Kral 1966 *apud* Lazzari 2000, Cronquist 1981) e outros citam que, aparentemente, a entomofilia seria o tipo de polinização apresentado pela maioria das espécies (Dahlgren *et al.* 1985, Cronquist 1981, Hensold 1988, Sano 1996 Stützel 1998, Scatena & Bouman 2001, Rosa & Scatena 2003). Segundo Cronquist (1981), glândulas nectaríferas ocorrem apenas no gênero *Eriocaulon*.

Os apêndices em flores pistiladas de Eriocaulaceae, segundo Hensold (1988), Stützel (1998) e Stützel & Gansser (1995 *apud* Lazzari 2000), podem ser considerados nectários, devido a uma provável função secretora. Os pistilódios que partem do receptáculo floral em flores estaminadas possivelmente apresentam a mesma função, reforçando a possibilidade de entomofilia para a família. Recentemente, Scatena & Bouman (2001) e Rosa & Scatena (2003) investigaram a possibilidade de entomofilia em Eriocaulaceae através de estudos de embriologia e anatomia floral, sugerindo que este mecanismo de polinização pode ser comum nas espécies dessa família.

Muitas das espécies de Eriocaulaceae são conhecidas popularmente como “semprevivas” por apresentarem capítulos alvos, pequenos e delicados, com textura paleácea e permanecerem com a aparência de vivos durante muitos anos, após destacados das plantas (Giuliatti 1997). Os escapos e inflorescências são recolhidos antes da produção das sementes, secos ao sol e vendidos para a decoração de interiores. A maioria das espécies de

“sempre-vivas” pertence ao gênero *Syngonanthus*, especialmente a *S. sect. Eulepis*, pelo fato de suas espécies apresentarem capítulos com brácteas involucrais vistosas (Lazzari 2000), como *S. mucugensis* Giul. e *S. curralensis* Moldenke. Estas espécies são herbáceas, de distribuição agrupada e cerca de 30cm e 40cm de altura, respectivamente, apresentam folhas reunidas em roseta e inflorescências monóicas do tipo capítulo, com flores alvas reduzidas.

Na década de 1980 a comercialização das espécies de sempre-vivas constituiu uma atividade geradora de renda, emprego e divisas para o país devido à maior parte da produção ser exportada para os Estados Unidos e Europa (Giulietti *et al.* 1988). Devido à distribuição agrupada populações inteiras podem ser coletadas, comprometendo a reprodução dessas populações, podendo levar à extinção de espécies. Aliado à exploração econômica indiscriminada, a utilização do fogo para o manejo de espécies de Eriocaulaceae é uma prática comum e constitui mais um fator de degradação para as sempre-vivas.

Até o momento, nenhum trabalho foi realizado abordando quaisquer aspectos da ecologia de *S. mucugensis* e *S. curralensis*. Nosso grupo tem desenvolvido estudos com essas espécies abordando demografia, ecologia, genética de populações e propagação, entre outros, visando a conservação dessas espécies através da implementação de um plano de manejo. No presente trabalho são apresentados dados sobre os mecanismos de biologia floral, polinização e reprodução dessas espécies ameaçadas de extinção.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi realizado em áreas de campo rupestre nos municípios de Mucugê (Parque Municipal de Mucugê) e Morro do Chapéu, Chapada Diamantina, Bahia. Campo rupestre é um tipo de vegetação que ocorre sobre afloramentos de quartzito, arenito e gnaise, formando geralmente depósitos de areia que variam de profundidade, com predomínio de ervas e subarbustos em áreas abertas, destacando-se as famílias Poaceae, Cyperaceae, Veloziaceae e Eriocaulaceae, onde muitos gêneros são restritos ou atingem sua maior diversidade (Giulietti & Pirani 1988, Harley 1995, Borba & Semir 1998). A região do Parque Municipal de Mucugê apresenta relevo em torno de 1000m, com solos pouco desenvolvidos, rasos, que raramente ultrapassam 50cm de profundidade,

apresentando baixa disponibilidade de nutrientes; possui um clima tropical semi-úmido, com precipitações máximas no final da primavera e no período do verão. A temperatura pode atingir mínimas de 13°C no inverno e máximas de 30°C nos dias mais quentes do ano, sendo a temperatura média anual de 19,8°C (Stradmann 1998). Em Morro do Chapéu, o relevo é caracterizado por formas tabulares, dispostas em patamares, que se elevam de 480 a mais de 1000m de altitude. Os solos apresentam acidez e uma baixa fertilidade, e predomina o tipo climático Cwb (Köppen 1948), tropical de altitude de verão brando, com temperatura média do mês mais frio (julho) inferior a 18°C e temperatura média do mês mais quente (janeiro) inferior a 22°C (CPRM 1995). A temperatura média compensada equivale a 19,7°C e a precipitação média anual geralmente é reduzida, em torno de 800mm (DNMET 1992 *apud* CPRM 1995).

As duas populações de *Syngonanthus mucugensis* estudadas situam-se no Parque Municipal de Mucugê (12°59'46"S; 41°20'40"W / 12°59'44"S; 41°20'19"W), com altitudes de 959 e 989 m, respectivamente, e a população de *S. curralensis* encontra-se em áreas adjacentes ao município de Morro do Chapéu, região conhecida como Tabuleiro dos Tigres (11°36'04"S; 41°09'47" W), com altitude de 1094m. A delimitação das áreas de estudo foi realizada através da marcação de um transecto de 50x2m, onde foram estudados apenas os indivíduos localizados dentro desses transectos.

### **Biologia floral, polinização e biologia reprodutiva**

As observações de campo foram realizadas no período de junho a agosto de 2003 e de junho a setembro de 2004. Foi observado o número de inflorescências produzidas pelos indivíduos situados dentro dos transectos, sendo registradas informações sobre a morfologia e biologia das flores, desenvolvimento de frutos, visitas de insetos às flores, anemofilia e sistema reprodutivo. Foram analisadas cerca de 100 inflorescências durante 10 dias consecutivos, a fim de determinar a duração das fases pistilada e estaminada, a ocorrência de sobreposição nestas e o horário e duração da antese.

O tempo de disponibilidade de pólen nas flores foi analisado em campo durante a duração da flor, através de observações de 20 inflorescências a cada hora, no período de 6:00 às 18:00h, com auxílio de uma lupa de mão (20X). O pólen das anteras de cerca de 20 flores, em 7 inflorescências, foi coletado para análise de viabilidade em laboratório, cerca de meia hora após a total exposição das anteras, através de teste enzimático, utilizando-se nitroblue-tetrazolium para verificar atividade de desidrogenase (Dafni 1992). Também foi investigada a presença de pollenkitt através do exame de pólen fresco em microscopia

óptica. A receptividade estigmática foi observada em campo em cerca de 30 flores, a cada hora durante o período de antese, através do uso de alfa-naftil acetato para testar a presença de atividade de esterase (Dafni 1992), análise morfológica e presença de secreção na superfície estigmática. A ocorrência de nectários foi verificada através de dissecação das estruturas florais em estereomicroscópio e a presença de néctar foi analisada pelo exame das flores em campo, de 8:00 às 17:00 h. A presença de osmóforos foi averiguada mergulhando flores em vermelho neutro 1% por 10 minutos, lavando-as a seguir em solução de ácido acético glacial 5% (modificado de Vogel 1990). A presença de pigmentos que absorvem ultra-violeta foi analisada colocando-se 5 inflorescências em atmosfera de hidróxido de amônio por 5 minutos (Scogin *et al.* 1977).

Para determinar a ocorrência de dispersão do pólen através do vento foram utilizadas quatro “armadilhas” para captura de pólen, propostas por P. G. Kevan (Universidade de Guelph, Canadá, com. pess.), distribuídas ao longo dos transectos, no período de 8:00 às 17:00h, durante dois dias em cada transecto. Essas armadilhas são constituídas por três placas de madeira com furo central, sustentadas por um suporte que é introduzido no solo, de forma a deixá-las em posição vertical. Nas placas, são aderidas plaquetas plásticas perfuradas, onde os orifícios, com cerca de 1,0cm de diâmetro, são recobertos por fita adesiva, deixando-os expostos à percolação do ar. Cada orifício foi observado ao microscópio óptico para verificar presença de pólen de *S. mucugensis* e *S. curralensis*. Além disso, foram distribuídas ao longo dos transectos durante dois dias lâminas contendo gelatina com fenol, dispostas ao nível dos capítulos em fase estaminada e a cerca de 20cm de distância dos mesmos, das 8:00 às 17:00h (Dafni 1992). Foi montado um experimento em campo a fim de avaliar a velocidade mínima necessária para a dispersão do pólen através do vento. Para isso, foi utilizado um gerador artificial de vento a aproximadamente 15cm de anteras contendo pólen, a diferentes velocidades conhecidas (1m/s, 2m/s, 3m/s, 4m/s), utilizando-se quatro lâminas contendo gelatina com fenol, como anteparo para a coleta do pólen disperso. Previamente foram confeccionadas lâminas de referência do pólen das espécies estudadas, a fim de facilitar a identificação do pólen coletado através do experimento. Também foi observada a ornamentação do pólen em microscopia óptica. A velocidade do vento foi medida na realização do experimento e nas áreas de estudo utilizando-se um anemômetro digital, com as medidas tomadas ao nível dos capítulos. Registrou-se a maior velocidade atingida pelo vento durante dois minutos, a cada hora, das 8:00 às 17:00h, durante oito dias para a população de *S. mucugensis* e cinco dias para a de *S. curralensis*.

Foram realizadas observações focais em inflorescências em fase pistilada e estaminada para verificação da atividade dos visitantes florais, inicialmente das 6:00 às 18:00 h, posteriormente ajustado para 8:00 às 17:00 h, devido à ausência de visitas fora deste período. Foram realizadas 81 horas de observações para *S. mucugensis*, em grupos de 6 (5 estaminadas e 1 pistilada) a 36 inflorescências (29 estaminadas e 7 pistiladas), totalizando 1602 horas de observação por hora x inflorescência (1293 estaminadas e 309 pistiladas). Para *S. curralensis*, foram realizadas 54 horas de observações em grupos de 15 (14 estaminadas e 1 pistilada) a 44 inflorescências (36 estaminadas e 8 pistiladas), totalizando 1854 horas de observação por hora x inflorescência (1503 estaminadas e 351 pistiladas). O comportamento dos visitantes nas inflorescências em fase masculina e feminina foi analisado a fim de determinar os polinizadores e o recurso utilizado. Devido à dificuldade de distinção de algumas espécies congêneras de visitantes em campo, em alguns casos o número de visitas foi agrupado. Os insetos foram coletados, enviados para especialistas para identificação e serão inseridos na coleção do Laboratório de Entomologia da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Os estudos de sistemas de reprodução foram realizados apenas para *Syngonanthus mucugensis*, onde 60 inflorescências apenas com botões florais foram cobertas por sacos de voil para exclusão dos polinizadores. Para verificar a ocorrência de auto-compatibilidade, após a antese foram realizadas polinizações experimentais com pólen de diferentes flores do mesmo indivíduo (geitonogamia), e pólen de indivíduos diferentes (xenogamia). A transferência do pólen ocorreu retirando-se a inflorescência em fase estaminada e suas brácteas involucrais e, em seguida, dispendo-se as anteras em contato com os estigmas de flores pistiladas em antese, com auxílio de uma lupa de mão (20X). Após as polinizações, as inflorescências foram novamente ensacadas com voil para evitar o contato com os visitantes. Uma amostra de 20 inflorescências não polinizadas foi utilizada como controle para verificação de agamospermia e polinização geitonogâmica natural. Estas inflorescências foram mantidas ensacadas por cerca de 30 dias, coletadas e examinadas em laboratório para verificar formação de frutos. Durante o estudo, foram mantidas 07 inflorescências como grupo controle para quantificação da produção de frutos em condições naturais.

Após 24, 48 e 96 horas da realização das polinizações experimentais, flores de três inflorescências de cada tratamento foram colocadas em FAA 70% e, posteriormente, tratadas com NaOH 10N a 60°C, lavadas em água destilada, coradas com azul de anilina (0,1% e 0,25%) e analisadas em microscópio de epifluorescência para observação de

crescimento de tubos polínicos e fertilização dos óvulos (modificado de Martin 1959). Os frutos formados nas inflorescências utilizadas para verificação de agamospermia e autopolinização natural, assim como flores do mesmo ciclo e do ciclo pistilado subsequente, também foram examinados em microscopia de epifluorescência para verificar a ocorrência de deposição de pólen, formação do tubo polínico e fertilização nas flores, utilizando-se a mesma técnica para os demais tratamentos.

## RESULTADOS

### Biologia floral

*Syngonanthus mucugensis* e *S. curralensis* são espécies herbáceas, com cerca de 40cm e 30cm de altura, respectivamente, apresentam folhas reunidas em roseta e inflorescências monóicas do tipo capítulo, ocorrendo maturação centrípeta das flores (Fig. 1, 2). Os capítulos de *S. mucugensis* apresentam ca. 2,0cm de diâmetro com variação de 1-24 por indivíduo, em *S. curralensis* os capítulos apresentam ca. 1,0cm de diâmetro e variam de 1-17 por indivíduo. As duas espécies apresentam floração de junho a agosto, com um pico no mês de julho para *S. mucugensis*, com os seus capítulos apresentando três ciclos de flores estaminadas e três ciclos de pistiladas, distribuídos alternadamente, sendo observado em algumas inflorescências apenas dois ciclos de flores pistiladas (Capítulo 1). O ciclo de flores mais externo é sempre constituído de flores masculinas e não ocorre sobreposição temporal das fases estaminadas e pistiladas em um mesmo capítulo, mas diferentes capítulos de um mesmo indivíduo podem se encontrar em diferentes fases.

Em ambas espécies, as flores estaminadas apresentam antese entre 8:30 e 09:30h, abrindo a cada dia 4-15 flores em capítulos de *S. mucugensis* e 8-19 flores em *S. curralensis*, com duração de um dia, cada ciclo estaminado durando aproximadamente sete dias. As flores pistiladas das duas espécies apresentam antese por volta das 8:00h, abrindo 15-50 flores para *S. mucugensis* e cerca de 30 flores em *S. curralensis*, quase todas em um mesmo dia, com duração de três dias para a flor e de três a quatro para o ciclo pistilado (Capítulo 1). As flores pistiladas e estaminadas de *S. mucugensis* e *S. curralensis* levam cerca de meia hora do início da abertura, com o afastamento das sépalas e pétalas, até a total exposição das anteras e estigmas. As anteras e estigmas se dispõem acima do perianto, deixando a região interna das flores, onde estão localizados os pistilódios (flores estaminadas) e apêndices crassos (flores pistiladas) evidentes devido à sua coloração

amarela, destacando-se das demais partes florais que apresentam tonalidade branca a bege (Fig. 1,2,3d).

A deiscência das anteras ocorre por volta das 9:00h, estando o pólen disponível nas flores até 15:00h, aproximadamente. A viabilidade polínica em *S. mucugensis* foi de 88,6% e em *S. curralensis* 92,5%. Não foi observada presença de polenkitt e secreção estigmática nas duas espécies estudadas. A receptividade estigmática em *S. mucugensis* se inicia logo que os estigmas se expõem acima do perianto estendendo o final da tarde, durando cerca de dez horas. Para *S. curralensis* não houve reação indicando receptividade dos estigmas, mesmo sendo utilizadas para o teste flores em fase morfológicamente semelhantes (estigmas eretos, apêndices amarelos, perianto rijo) às utilizadas de *S. mucugensis*.

Não foi observada produção de néctar em nenhum horário do dia. Através do teste com vermelho-neutro não foi possível diferenciar coloração nas partes florais que indicariam presença de osmóforos, possivelmente devido à textura paleácea da inflorescência. Entretanto, foi observado odor adocicado nos capítulos nas fases estaminada e pistilada de *S. mucugensis* e, eventualmente e em menos intensidade em *S. curralensis*, durante o período mais quente do dia (10:00-13:00h). A reação com o hidróxido de amônio revelou a ocorrência de absorção de luz ultra-violeta nas inflorescências das duas espécies, em todo o capítulo.

### **Visitantes florais**

As flores estaminadas e pistiladas de *Syngonanthus mucugensis* e *S. curralensis* foram visitadas por insetos de três ordens: Coleoptera, Diptera e Hymenoptera (Fig. 1,2). As flores de *S. mucugensis* foram visitadas por 19 espécies de insetos, enquanto as de *S. curralensis* por 11 espécies, sendo a maioria dos visitantes espécies de Diptera. As espécies de Syrphidae e Bombyliidae (Diptera) apresentaram um número maior de visitas nas flores estaminadas e pistiladas de *S. mucugensis* e *S. curralensis* (Tab. 1). Os visitantes pertencentes à família Syrphidae realizaram 526 visitas em flores estaminadas e 52 em pistiladas, durante os dias de observação (n=8) em indivíduos de *S. mucugensis*, superior ao realizado por espécies de Bombyliidae (66 em estaminadas e 18 em pistiladas). Em *S. curralensis* ocorreu o oposto, sendo observado número maior de visitas de espécies de Bombyliidae (59 em estaminadas e 9 em pistiladas), em relação às visitas das espécies de Syrphidae (7 em estaminadas e 3 em pistiladas), em cinco dias de observação. Indivíduos de três espécies visitaram flores tanto em *S. mucugensis* como de *S. curralensis*: *Mythichomyia* sp.2 e sp.4 (Bombyliidae) e *Toxomerus* sp. (Syrphidae) (Tab. 1).

As visitas ocorreram no período de 8:00 às 17:00 h para *S. mucugensis*, e em um período mais curto para *S. curralensis* (9:00 às 15:00 h), ocorrendo um pico de visitação por volta de 12:00 h nas duas espécies (Fig. 4). A frequência de visitas apresentou-se maior em indivíduos de *S. mucugensis*, em comparação com *S. curralensis*. Em *S. mucugensis*, a frequência de visitas em inflorescência estaminadas foi maior em relação às inflorescências pistiladas, praticamente ao longo de todo o dia, diferentemente de *S. curralensis* que apresentou uma frequência similar de visitas nas inflorescências estaminadas e pistiladas (Figura 3).

A duração das visitas efetivas, havendo remoção ou deposição de pólen, nas inflorescências de *S. mucugensis* e *S. curralensis* variou de 2-198 segundos (e.g., Syrphidae 5-180 segundos, Bombyliidae 2-198 segundos, Tenebrionidae 12-149 segundos, Halictidae 5-120 segundos) (Tab. 1).

Em flores de *S. mucugensis* e *S. curralensis*, foi observado comportamento similar dos visitantes pertencentes às famílias Bombyliidae, Sarcophagidae, Syrphidae e Tachinidae (Diptera) (Fig. 1c, 2b-d). Nas flores estaminadas e pistiladas, a mosca pousa sobre as flores fenescidas, botões florais ou brácteas involucrais com os dois pares de pernas posteriores, se apoiando nas pétalas. Em seguida, se curva sobre a flor, abaixando a cabeça em direção ao interior desta, onde se encontram os pistilódios e apêndices, e introduz a probóscide libando essa região. Esses visitantes geralmente caminham pela inflorescência e visitam mais de uma flor podendo visitar, aparentemente, todas as flores de uma mesma inflorescência e também retornar a uma mesma flor. Ao visitar flores estaminadas e se deslocarem na inflorescência, praticamente toda a região ventral e pernas entram em contato com as anteras e os grãos de pólen se aderem nestas regiões. Durante as visitas às flores pistiladas, os grãos de pólen são transferidos aos estigmas no momento que os visitantes inclinam-se nas flores em direção dos apêndices nectaríferos e/ou se deslocam na inflorescência. Nesse estudo, não foram observados indivíduos de Syrphidae se alimentando de grão de pólen.

Indivíduos de Tenebrionidae (Coleoptera) foram observados apenas em *S. mucugensis* (Fig. 1d). Eles pousam na inflorescência em fase estaminada e caminham entre as flores em busca de alimento, direcionam a mandíbula para as anteras e se alimentam do pólen exposto, aderindo grãos de pólen em suas pernas. Em flores estaminadas e pistiladas inclinam-se em direção à região onde se encontram os pistilódios e apêndices, de forma similar aos Diptera, e parecem mastigar tais estruturas, ocorrendo transferência de grãos de pólen para os estigmas quando se alimentam dos apêndices. Frequentemente, esses

indivíduos permanecem em repouso por períodos prolongados, dispendo-se entre as flores e mantendo-se parados durante vários minutos. Em *S. mucugensis* e *S. curralensis*, espécimes de Crysomelidae, Curculionidae e Histeridae (Coleoptera) foram observados apenas em inflorescências estaminadas se alimentando de pólen.

Observou-se indivíduos de Halictidae (Hymenoptera) visitando apenas flores de *S. mucugensis*, de ambos sexos, e que normalmente visitam apenas uma flor por inflorescência e raramente visitam flores próximas. Ao pousar nas inflorescências, inclinam-se em direção à região central das flores estaminadas e pistiladas, introduzindo a língua e coletando líquido dos pistilódios e apêndices e pólen (Fig. 1e). Com esse comportamento os grãos de pólen são aderidos em todo o corpo do inseto, sendo facilmente transferidos aos estigmas.

Devido ao tipo de comportamento apresentado, a frequência de visitas realizadas em flores estaminadas e pistiladas e a morfologia dos visitantes, foram consideradas oito espécies como polinizadores efetivos de *S. mucugensis*: *Mythicomymia* sp.1, *Mythicomymia* sp.2, *Mythicomymia* sp.3, *Mythicomymia* sp.4 (Bombyliidae), Halictidae sp., *Trichopoda* sp. (Sarcophagidae), *Toxomerus* sp. (Syrphidae) e Tenebrionidae sp. Para *S. curralensis* foram identificados como polinizadores efetivos quatro espécies: *Apolysis* sp., *Mythicomymia* sp.2, *Mythicomymia* sp.4 (Bombyliidae) e *Toxomerus* sp. (Syrphidae).

*Ocyptamus* sp.1 (Syrphidae) e Halictidae sp.1, Halictidae sp.2 foram considerados polinizadores ocasionais de *S. mucugensis*, e *Microcerella* sp.1, *Sarcophagula* sp. (Sarcophagidae) polinizadores ocasionais de *S. curralensis*, por terem sido raros durante o período de observação. Foram consideradas 13 espécies de insetos como visitantes não polinizadores (9 em *S. mucugensis* e 4 em *S. curralensis*) uma vez que estes, durante as observações, não foram vistos transferindo pólen para flores pistiladas ou visitaram apenas flores estaminadas (Tab. 1).

O número baixo de visitas de algumas espécies pode ter sido devido ao número de horas de observação. Caso o número de horas de observação fosse ampliado e realizada em diferentes períodos, talvez esses visitantes apresentassem maior número de visitas em flores estaminadas e pistiladas, podendo atuar como polinizadores ocasionais ou polinizadores efetivos.

### **Anemofilia**

Nos experimentos utilizados para verificar a dispersão do pólen pelo vento não foi observado em nenhum destes a adesão de grãos de pólen de *S. mucugensis* ou *S.*

*curralensis*, nas lâminas com gelatina ou nas fitas adesivas. As velocidades do vento, mínima e máxima, foram registradas nas áreas de estudo (Fig. 5), com médias de velocidade mínima de 0,86m/s e máxima de 2,09m/s na área de estudo de *S. mucugensis*. Na população estudada de *S. curralensis* os valores médios de velocidade registrados foram maiores que para *S. mucugensis*, sendo de 1,33m/s para a velocidade mínima e 2,64m/s para a máxima.

### **Sistema reprodutivo de *S. mucugensis***

Na polinização cruzada e em autopolinização obtiveram-se valores próximos em relação à média de frutificação do número total de flores utilizadas nos experimentos. Em polinização aberta ocorreu uma média 92,2% de frutificação, com todas as inflorescências apresentando percentual de frutificação acima de 84% (Tab. 2).

Em 4 dentre 15 inflorescências ocorreu formação de frutos por agamospermia em baixa frequência (2-14,9%), obtendo-se a média de 3,2% de frutificação. Foi rejeitada a possibilidade de geitonogamia espontânea por não terem sido encontrados grãos de pólen germinando e/ou formação de tubo polínico nesses frutos.

As polinizações experimentais (xenogamia e geitonogamia) apresentaram valores muito inferiores (42,5 e 41,1%, respectivamente) ao observado em polinização aberta, sugerindo a ocorrência de problemas de experimentação. Os valores por inflorescência foram dispostos em classes, e verificando que estes apresentam distribuição bimodal (primeira curva com valores inferiores a 22,2% e segunda curva com valores acima de 49,1%). Desta forma, optamos por descartar os valores muito baixos, equivalentes à primeira curva da distribuição bimodal (Apêndices 1 e 2). Adotando essa prática, os valores médios de frutificação em xenogamia e geitonogamia foram 73,2 e 62,5%, respectivamente.

Não foram verificadas diferenças na germinação do pólen, crescimento do tubo polínico e fertilização entre xenogamia e geitonogamia em *S. mucugensis*. Após 24 horas, foi observada a ocorrência de germinação dos grãos de pólen, com tubos polínicos tendo percorrido quase todo o estilete (Fig. 3a). Fertilização foi observada após 48 horas (Fig. 3b), com início de desenvolvimento da semente e do embrião após quatro dias (Fig. 3c).

Os apêndices das flores pistiladas apresentaram uma forte fluorescência próximo à região terminal, devido à grande concentração de células de floema (Fig. 3d), indicando se tratar de nectários.

## DISCUSSÃO

Segundo alguns autores, em Eriocaulaceae pode ocorrer tanto a anemofilia (Kral 1966 *apud* Lazzari 2000, Cronquist 1981) quanto a entomofilia (Dahlgren *et al.* 1985, Cronquist, 1981, Hensold 1988, Sano 1996, Stützel 1998, Scatena & Bouman 2001, Rosa & Scatena, 2003). Entretanto, tais conclusões são baseadas apenas em caracteres morfológicos apresentados para o grupo e/ou eventuais observações de visitas de insetos, não sendo conhecido estudos experimentais ou observações sistematizadas para *Syngonanthus* ou para a família.

A presença de pistilódios nas flores estaminadas e apêndices em flores pistiladas de espécies de Eriocaulaceae (Giulietti 1984, Lazzari 2000), têm gerando indagações sobre a função de tais estruturas. Segundo Stützel (1998), Stützel & Gansser (1995 *apud* Lazzari 2000) e Hensold (1988), estes apêndices, localizados entre os estiletos, podem ser considerados nectários, devido a uma provável função secretora, consistindo em mais um fator que corrobora a idéia de entomofilia para a família. A grande quantidade de células de floema observadas nos apêndices de *S. mucugensis* sugerem que estes tratam de nectários.

As flores de *S. mucugensis* e *S. curralensis* apresentam características, freqüentemente, associadas tanto à polinização pelo vento quanto à entomofilia. Flores pequenas e de sexos separados, exposição das anteras e estigmas acima do perianto, grãos de pólen pequenos e numerosos, maior número de flores estaminadas em relação às pistiladas são características apresentadas por plantas anemófilas que estão presentes em ambas espécies e podem sugerir a anemofilia como o sistema de polinização, apesar de estas características também estarem presentes em flores pouco especializadas, polinizadas por pequenos insetos, como pequenos Diptera e Coleoptera ((Faegri & van der Pijl 1979, Endress 1998). Porém, presença de odores nas flores, assim como ultra-violeta e pistilódios e apêndices nectaríferos, registrados para ambas espécies, favorecem a atração de polinizadores.

As inflorescências de *S. mucugensis* e *S. curralensis* apresentam flores planas, órgãos sexuais expostos e recurso de fácil acesso, não são morfologicamente adaptadas a um determinado visitante podendo ser visitadas por indivíduos não especializados, de aparelho bucal curto, classificadas como alofílicas (Faegri & van der Pijl 1979). Ambas espécies apresentam características morfológicas ocorrentes em plantas polinizadas por vários grupos de pequenos insetos (visita polifílica), com visitantes distrópicos, que não apresentam relação com as adaptações morfológicas florais, podendo muitas vezes ser

destrutivos, como os coleópteros, e visitantes alotrópicos que são pobremente adaptados às flores e apresentam uma dieta mista, como os Diptera.

Em *S. mucugensis* e *S. curralensis* a frequência de visitas e o registro de transferência de pólen às flores pistiladas apresentado por indivíduos de Tenebrionidae (Coleoptera), Bombyliidae, Sarcophagidae, Syrphidae (Diptera), e Halictidae (Hymenoptera) sugerem que a polinização biótica nas espécies estudadas constitui o principal sistema de polinização.

Várias espécies de Arecaceae e Euphorbiaceae apresentam caracteres morfológicos similares a *S. mucugensis* e *S. curralensis*, como inflorescências monóicas, com flores reduzidas agrupadas, relacionadas com polinização pelo vento e/ou por pequenos insetos. A presença de odor, registrado para as espécies de *Syngonanthus* estudadas, constitui um forte indício de polinização entomófila para algumas espécies de Piperaceae, embora a morfologia de suas inflorescências e flores favoreçam a polinização pelo vento e por insetos (Figueiredo & Sazima 2000).

Em Arecaceae a polinização ocorre raramente pelo vento, sendo a entomofilia o tipo de polinização mais comum para a família, com espécies cantarófilas, melitófilas e miófilas (Henderson, 1986). As flores pequenas, relativamente abertas e agrupadas em densas inflorescências, favorecem a cantarofilia (Endress 1994), como ocorre nas Arecaceae. A estreita relação de coleópteros e palmeiras sugere que a polinização cantarófila é ancestral, considerando a anemofilia como um caráter derivado (Henderson 1986). Em *Astrocaryum vulgare*, os coleópteros são os polinizadores efetivos, sendo atraídos provavelmente pelo odor (Oliveira *et al.* 2003), e em *Geonoma epetiolata* produção de frutos é reduzida devido à baixa frequência de visitação de Curculionidae (Martén & Quesada 2001).

Besouros apresentam grande importância na polinização de espécies de Arecaceae, (Listabarth 2001, Voeks 2002), entretanto, em *Croton floribundus* e *C. priscus* (Euphorbiaceae) os coleópteros não apresentaram papel importante na polinização, pois permanecem muito tempo em uma mesma inflorescência, muitas vezes em cópula (Passos, 1995). Os coleópteros visitantes de *S. mucugensis* e *S. curralensis* apresentaram o mesmo comportamento de repouso que observado para essas espécies de *Croton*, porém, Tenebrionidae sp. foi considerado polinizador efetivo de *S. mucugensis* por contactar as partes reprodutivas de ambos morfos florais.

A presença de características relacionadas à anemofilia e entomofilia, como presença de néctar, conferem à *Croton floribundus* e *C. priscus* (Euphorbiaceae) um

sistema misto de polinização (ambifilia), sendo polinizadas por moscas e correntes de ar (Passos 1995). Da mesma forma, os estudos de Figueiredo & Sazima (2000), confirmam a presença de polinização pelo vento e por pequenos insetos para espécies de Piperaceae, além de espécies que podem ser exclusivamente entomófilas e exclusivamente polinização pelo vento.

Indicações de que, nas monocotiledôneas, a anemofilia é derivada da entomofilia é a possibilidade de ocorrência de vestígios de nectários nas flores de algumas plantas anemófilas e odores específicos (Faegri & van der Pijl 1979). Entretanto, evidências recentes sugerem que a ambifilia pode ser mais comum do que se supõe e pode também representar um estágio definitivo ou de transição (Culley *et al.* 2002).

Passos (1995) observou que em flores estaminadas de *Croton floribundus* (Euphorbiaceae) a deiscência das anteras no período da manhã, em horários em que o aumento da temperatura, associado à diminuição da umidade pode favorecer a polinização pelo vento. Nas duas espécies de *Syngonanthus* estudadas a deiscência ocorre no início da manhã, entretanto pelos testes utilizados para observar a dispersão dos grãos de pólen, pode-se sugerir que a anemofilia não ocorre nessas espécies, não sendo encontrados grãos de pólen nas armadilhas.

O registro de polinizadores para *S. mucugensis* e *S. curralensis* e ausência de indícios de anemofilia levam a crer que ambas espécies sejam exclusivamente entomófilas, corroborando a idéia de Scatena & Bouman (2001) e Rosa & Scatena (2003) que sugerem a entomofilia para Eriocaulaceae, sendo este o mecanismo de polinização mais comum nas espécies dessa família.

Tal conclusão é de elevada importância para o manejo de *S. mucugensis* e *S. curralensis* e para a conservação das áreas onde essas espécies ocorrem, uma vez que os próprios coletores fazem uso do fogo, por acreditar que essa prática favorece o brotamento e florescimento dessas espécies. Essa situação pode trazer inúmeros prejuízos para a reprodução de ambas espécies, pois, muitos dos visitantes são espécies residentes, de vôo curto, como é o caso de espécies de Diptera, o que pode levar a uma diminuição do número de polinizadores, comprometendo a manutenção das populações de *S. mucugensis* e *S. curralensis*.

A ocorrência de entomofilia e anemofilia em Eriocaulaceae deve ser revista, sendo necessários estudos de observação e experimentais para comprovação da eficiência de insetos e vento como vetores de pólen nessas espécies. Na família é possível que ocorra espécies exclusivamente anemófilas, exclusivamente entomófilas e que apresentem um

sistema misto (ambifilia). Entretanto, a extensão dessas síndromes só poderá ser revista através de estudos de campo.

Aparentemente, esse estudo é a primeira referência para sistema de reprodução em Eriocaulaceae, registrando a autocompatibilidade para *S. mucugensis*, indicada por valores do sucesso reprodutivo muito próximos em xenogamia e geitonogamia. Todas as inflorescências *S. mucugensis* utilizadas no experimento como polinização aberta apresentaram frutificação acima de 84%, demonstrando a eficiência do agente de polinização, não sendo uma espécie polinizadora limitada.

Estudos em Gramineae indicam que a auto-incompatibilidade é comum na família (Baumann *et al.* 2000), embora muitas espécies também apresentem sistema de autocompatibilidade (Guilherme & Ressel 2001). Da mesma forma, em Eriocaulaceae podem também ocorrer espécies autocompatíveis e auto-incompatíveis, como acontece em outras monocotiledôneas.

A agamospermia parece ocorrer na espécie, porém em baixa frequência, sendo pouco provável que ocorra geitonogamia espontânea dentro dos capítulos de *S. mucugensis*, devido a uma forte dicogamia, com separação temporal das fases pistiladas e estaminadas nos capítulos da espécie. *Geonoma petiolata* (Arecaceae), assim como *S. mucugensis*, é uma espécie autocompatível, monóica, protândrica, que também apresenta forte dicogamia devido a separação temporal das fases florais (Martén & Quesada 2001).

Nesse estudo, foi descartada a possibilidade de contaminação do experimento ou ineficiência da barreira utilizada, tendo sido examinados todos os frutos formados e encontrado apenas um grão de pólen, não germinado. Entretanto, a ocorrência de agamospermia em *S. mucugensis* deve ser ainda investigada, mais extensivamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUMANN, U.; JUTTNER, J.; BIAN, X. & LANGRIDGE, P. 2000. Self-incompatibility in the grasses. Annals of Botany 85 (Supplement A): 203-209.

BORBA, E.L. & SEMIR, J. 1998. Wind-assisted fly pollination in three *Bulbophyllum* (Orchidaceae) species occurring in the Brazilian campos rupestres. Lindleyana 13 (3): 203-218.

CASTELLANI, T. T. & D'EÇA-NEVES, F. F. 2000. Population ecology of *Paepalanthus polyanthus*: predispersal hazards and seed production. Acta Botanica Brasilica 14 (3): 317-326.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM).1995. Projeto mapas municipais do município de Morro do Chapéu, Bahia. Salvador. 309p.

CRONQUIST, A. 1988. The evolution and classification of flowering plants. 2 ed. Columbia University Press. The New York Botanical Garden. New York. 1262p.

CULLEY, T. M.; WELLER, S. G. & SAKEI A. K. 2002. The evolution of wind pollination in angiosperms. Trends in Ecology and Evolution 17 (8): 361-369.

DAFNI, A. 1992. Pollination ecology. A practical approach. Oxford University Press, New York. 250p.

DAHLGREN, R. M. T.; CLIFFORD H. T. & YEO, P. F. 1985. The families of the Monocotyledones. Structure, evolution, and taxonomy. Springer-Verlag: Berlin. 520p.

ENDRESS, P. K. 1998. Diversity and evolutionary biology of tropical flowers. Cambridge University Press. Cambridge. 511p.

FAEGRI, K. & Van der PIJL, L. 1980. The principles of the pollination ecology. 3rd revised ed.. Pergamo Press. England. 244p.

FIGUEIREDO, R. A. & SAZIMA, M. 2000. Pollination biology of Piperaceae species in southeastern Brazil. Annals of Botany 85: 455-460.

GIULIETTI, A. M. 1984. Estudos taxonômicos no gênero *Leiothrix* Ruhland (Eriocaulaceae) na Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. Tese de Livre-Docência, Instituto de Biociências, Univ. de São Paulo.

GIULIETTI, A. M. 1997. Análise crítica da evolução da morfologia e da sistemática das Eriocaulaceae. Tese titular. Depto. de Ciências Biológicas. Univ. Estadual de Feira de Santana. 161p.

GIULIETTI, N.; GIULIETTI, A. M.; PIRANI, J. R. & MENEZES, N. L. 1988. Estudos em sempre-vivas: importância econômica do extrativismo em Minas Gerais, Brasil. Acta Botanica Brasilica 1 (2): 179-193.

GIULIETTI, A. M. & HENSOLD, N. 1990. Padrões de distribuição geográfica dos gêneros de Eriocaulaceae. Acta Botanica Brasilica 4 (1): 133-158.

GIULIETTI, A. M. & PIRANI, J. R. 1988. Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. In: Heyer, W. R. & Vanzolini, P. E. (eds.) Proceedings of a Workshop on neotropical distribution patterns. Rio de Janeiro, p. 39-69.

GUILHERME, F. A. G. & RESSEL, K. 2001. Biología floral e sistema de reprodução de *Merostachys riedeliana* (Poaceae: Bambusoideae). Revista Brasileira de Botânica 24 (2): 205-211.

HARLEY, R. M. 1995. Introdução. In: Stannard, B. L. (ed.) Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. Royal Botanic Gardens, Kew, p. 43-78.

HENDERSON, A. 1986. A review of pollination studies in the Palmae. The Botanical Review 52 (3): 221- 259.

HENSOLD, N. C. 1998. Morphology and systematics of *Paepalanthus* subgenus *xeractis* (Eriocaulaceae). Systematic Botanic Monographs 23: 1-150.

KÖPPEN, W. 1948. Climatologia com un estudio de los climas de la Tierra (traduzido por P.R.H. Peres). Fondo de Cultura Economica, Mexico.

LAZZARI, L. R. P. 2000. Redelimitação e revisão de *Syngonanthus* Sect. *Eulepis* (Bong. Ex Koern.) Ruhland – Eriocaulaceae. Tese de doutorado. Univ. de São Paulo. São Paulo. 201p.

LISTABARTH, C. 2001. Palm pollination by bees, beetles and flies: why taxonomy does not metter. The case of *Hyospathe elegans* (Arecaceae, Arecoideae, Areceae, Euterpeinae). Plant Species Biology 16: 165-181.

MARTÉN, S. & QUESADA, M. 2001. Phenology, sexual expression, and reproductive sucess of the rare neotropical palm *Geonoma epetiolata*. Biotropica 33 (4): 596-605.

MARTIN, F. W., 1959. Staining and observing pollen tubes in the style fy means of fluorescence. Stain Technology 34: 125-128.

MIRANDA, E. B. & GIULIETTI, A. M. 2001. Eriocaulaceae no Morro do Pai Inácio (Palmeiras) e Serra da Chapadinha (Lençóis), Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Sitientibus série Ciências Biológicas 1(1): 15-32.

OLIVEIRA, M. S. P.; COUTURIER, G. & BESERRA, P. 2003. Biologia da polinização da palmeira Tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) em Belém, Pará, Brasil. Acta Botanica Brasilica 17 (3): 343-353.

PASSOS, L. M. 1995. Fenologia, polinização e reprodução de duas espécies de *Croton* (Euphorbiaceae) em mata semidecídua. Dissertação de mestrado. Univ. Estadual de Campinas. Campinas. 84p.

ROSA, M. M. & SCATENNA, V. L. 2003. Floral anatomy of *Eriocaulon elichrysoides* and *Syngonanthus caulensis* (Eriocaulaceae). Flora 198: 188-199.

SANO, P. T. 1996. Fenologia de *Paepalanthus hilairi* koern., *P. polyanthus* (Bong.) Kunth e *P. robustus* Silveira: *Paepalanthus* sect. *Actinocephalus* koern. – Eriocaulaceae. Acta Botanica Brasilica 10 (2): 317–328.

SCATENA, V. L.; LIMA, A. A. A & LEMOS-FILHO, J. P. 1997. Aspectos fenológicos de *Syngonanthus elegans* (Bong.) Ruhl. (Eriocaulaceae) da Serra do Cipó, MG, Brasil. Arquivos Biológicos. Tecnológicos 40 (1): 153-167.

SCATENA, V. L. & BOUMAN, F. 2001. Embriology and seed development of *Paepalanthus* sect. *Actinocephalus* (Koern.) Ruhland (Eriocaulaceae). Plant Biology 3: 341-350.

SCOGIN, R.; YOUNG D. A. & JONES, C.E. 1977. Anthochlor pigments and pollination biology: II. The ultraviolet patterns of *Coreopsis gigantea* (Asteraceae). Bulletin of the Torrey Botanical Club 104:155-159.

STRADMANN, M. T. S. 1998. Plano de Manejo do Parque Municipal de Mucugê. Prefeitura Municipal de Mucugê. Mucugê. 164p.

STÜTZEL, T. 1998. Monocotyledons: Alismatanae and Comelinanae (except Gramineae). In: KUBITZKI, K. (ed.): Flowering plants: The families and genera of vascular plants. Vol. IV. Berlin, p. 197-207.

VOGEL, S. 1990. The role of scent glands in pollination. On the structure and function of osmophores (traduzido por J.S. Bahatti). Smithsonian Institution Libraries, Washington. 202p.

VOEKS, R. A. 2002. Reproductive ecology of the piassava palm (*Attalea funifera*) of Bahia, Brasil. Journal of Tropical Ecology 18: 121-136.

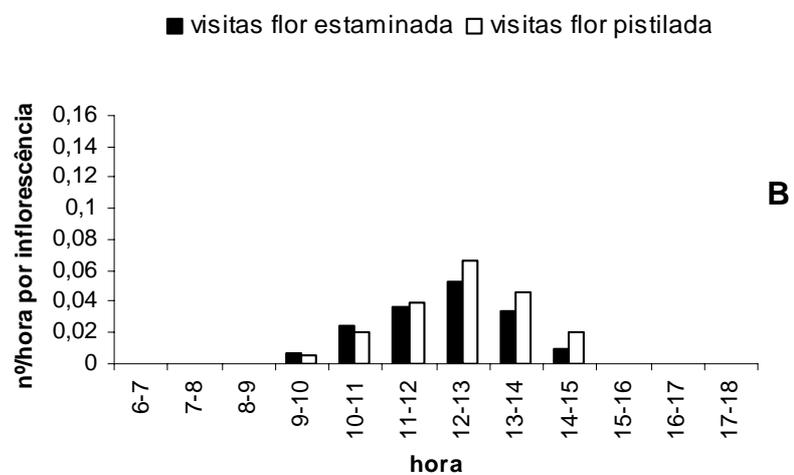
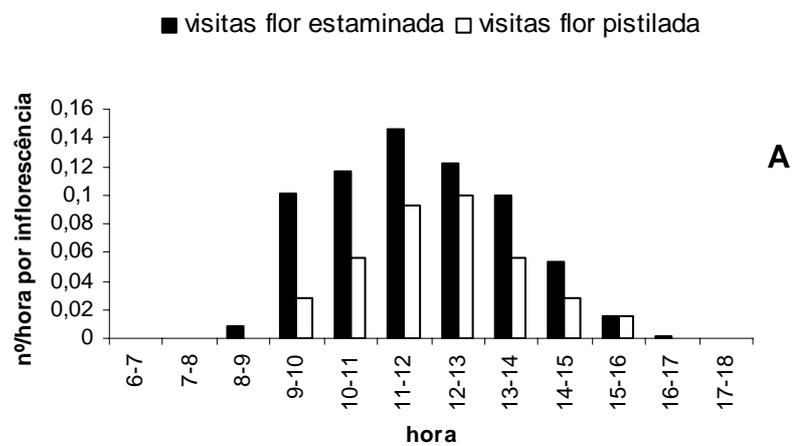


Figura 4. Frequência de visitas por hora x inflorescência em fase estaminada e pistilada de *Syngonanthus mucugensis* (A) e *S. curralensis* (B).

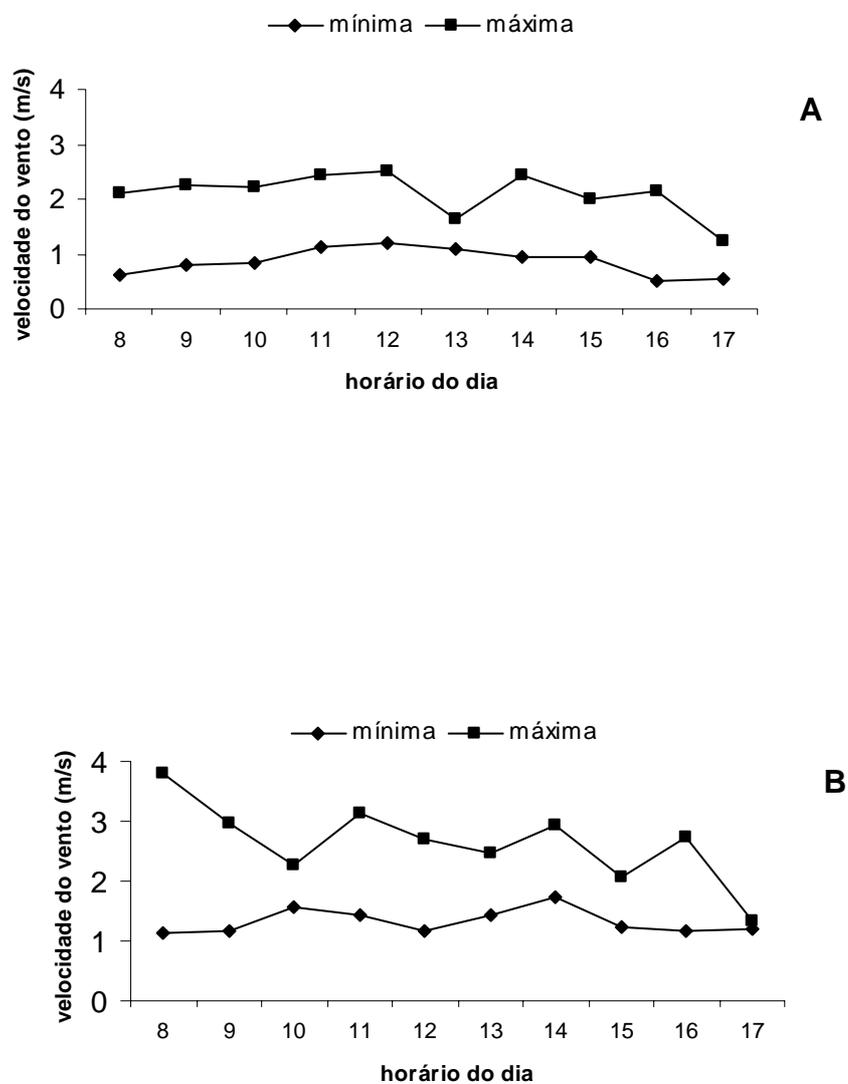


Figura 5. Velocidades mínima e máxima do vento nas áreas de estudo no período de oito dias para *Syngonanthus mucugensis* (A) e cinco dias para *S. curralensis* (B).

Tabela 1. Relação das espécies de insetos visitantes, número e duração de visitas (segundos) em flores estaminadas e pistiladas de *Syngonanthus curralensis* e *S. mucugensis*, nos municípios de Mucugê e Morro do Chapéu, Bahia, e classificação dos visitantes segundo morfologia, comportamento e frequência de visitas (ver texto), onde V = visitante, Po = polinizador ocasional e P = polinizador efetivo.

Ordem/Família/Espécie	<i>S. mucugensis</i>		<i>S. curralensis</i>		duração das visitas	classificação dos visitantes
	flores estaminadas	flores pistiladas	flores estaminadas	flores pistiladas		
<b>Coleoptera</b>						
<b>Crysomelidae</b>						
Crysomelidae sp.	4	0	-	-	10 - 38	V
<b>Curculionidae</b>						
Curculionidae sp. 1	2	0	-	-	5 - 128	V
Curculionidae sp. 2	2	0	-	-	45 - 60	V
Curculionidae sp. 3	-	-	*	-	-	V
<b>Histeridae</b>						
Histeridae sp.	-	-	*	-	-	V
<b>Tenebrionidae</b>						
Tenebrionidae sp.	29	15	-	-	12 - 149	P
<b>Diptera</b>						
<b>Bombyliidae</b>						
<i>Apolysis</i> sp.,	-	-	59	9	2 - 198	P
<i>Mythichomyia</i> sp. 2, 4	-	-	-	-	-	-
<i>Mythichomyia</i> sp. 1 - 4	66	16	-	-	5 - 182	P
<b>Sarcophagidae</b>						
<i>Mantidophaga</i> sp.	*	-	-	-	-	V
<i>Microcerella</i> sp.1	-	-	4	1	2 - 39	Po
<i>Microcerella</i> sp.2	*	-	-	-	-	V
<i>Trichopoda</i> sp.	31	8	-	-	5 - 47	P
<i>Sarcophagula</i> sp.	-	-	1	1	12 - 46	Po
<b>Syrphidae</b>						
<i>Chrysotoxum</i> sp.	212	21	-	-	1 - 156	P
<i>Ocyptamus</i> sp. 1	7	2	-	-	5 - 95	Po
<i>Ocyptamus</i> sp. 2	*	-	-	-	-	V
<i>Toxomerus</i> sp.	307	29	7	3	1 - 180	P
Syrphidae sp.	*	-	-	-	-	V
<b>Tachinidae</b>						
<i>Epalpus</i> sp.	*	-	-	-	-	V
<i>Peleteria</i> sp. 1	-	-	*	-	-	V
<i>Peleteria</i> sp. 2	*	-	-	-	-	V
<i>Peleteria</i> sp. 3	-	-	0	3	9 - 26	V
<b>Hymenoptera</b>						
<b>Halictidae sp. 1, 2</b>						
Halictidae sp. 1, 2	4	1	-	-	15 - 42	Po

Tabela 2. Frutificação percentual em experimentos de xenogamia, geitonogamia, agamospermia, geitonogamia espontânea e polinização aberta em *Syngonanthus mucugensis*.

Tratamento	inflorescências (n)	flores (n)	frutificação (%)
xenogamia	9	347	73,2%
geitonogamia	6	317	62,5%
agamospermia/geitonogamia espontânea	15	562	3,2%
polinização aberta	7	294	92,2%

Apêndice 1. Resultados do experimento de xenogamia em flores de *Syngonanthus mucugensis*, considerando percentual de frutificação para o total de inflorescências e inflorescências onde foi excluída a possibilidade de erros de manipulação.

	nº de flores	nº de frutos	frutificação (%)
1	35	19	54,3%
2	33	25	75,8%
3*	42	0	0,0%
4*	45	10	22,2%
5*	24	0	0%
6	46	29	63,0%
7	33	18	54,5%
8	48	37	77,1%
9*	47	9	19,1%
10	48	32	66,7%
11	55	48	87,3%
12*	56	6	10,7%
13	49	46	93,9%
14*	60	8	13,3%
15*	55	0	0%
total	676	287	42,5%
total após exclusão	347	254	73,2%

\* Inflorescências excluídas devido a possíveis erros de manipulação (ver texto).

Apêndice 2. Resultados do experimento de geitonogamia em flores de *Syngonanthus mucugensis*, considerando percentual de frutificação para o total de inflorescências e inflorescências onde foi excluída a possibilidade de erros de manipulação.

	nº de flores	nº de frutos	frutificação (%)
1	42	39	92,9%
2*	63	10	15,9%
3*	28	4	14,3%
4	76	36	47,4%
5*	22	4	18,2%
6	65	42	64,6%
7	53	26	49,1%
8*	54	4	7,4%
9*	31	3	9,7%
10	31	23	74,2%
11	50	32	64,0%
12*	37	4	10,8%
total	552	227	41,1%*
total após exclusão	317	198	62,5%

\* Inflorescências excluídas devido a possíveis erros de manipulação (ver texto).

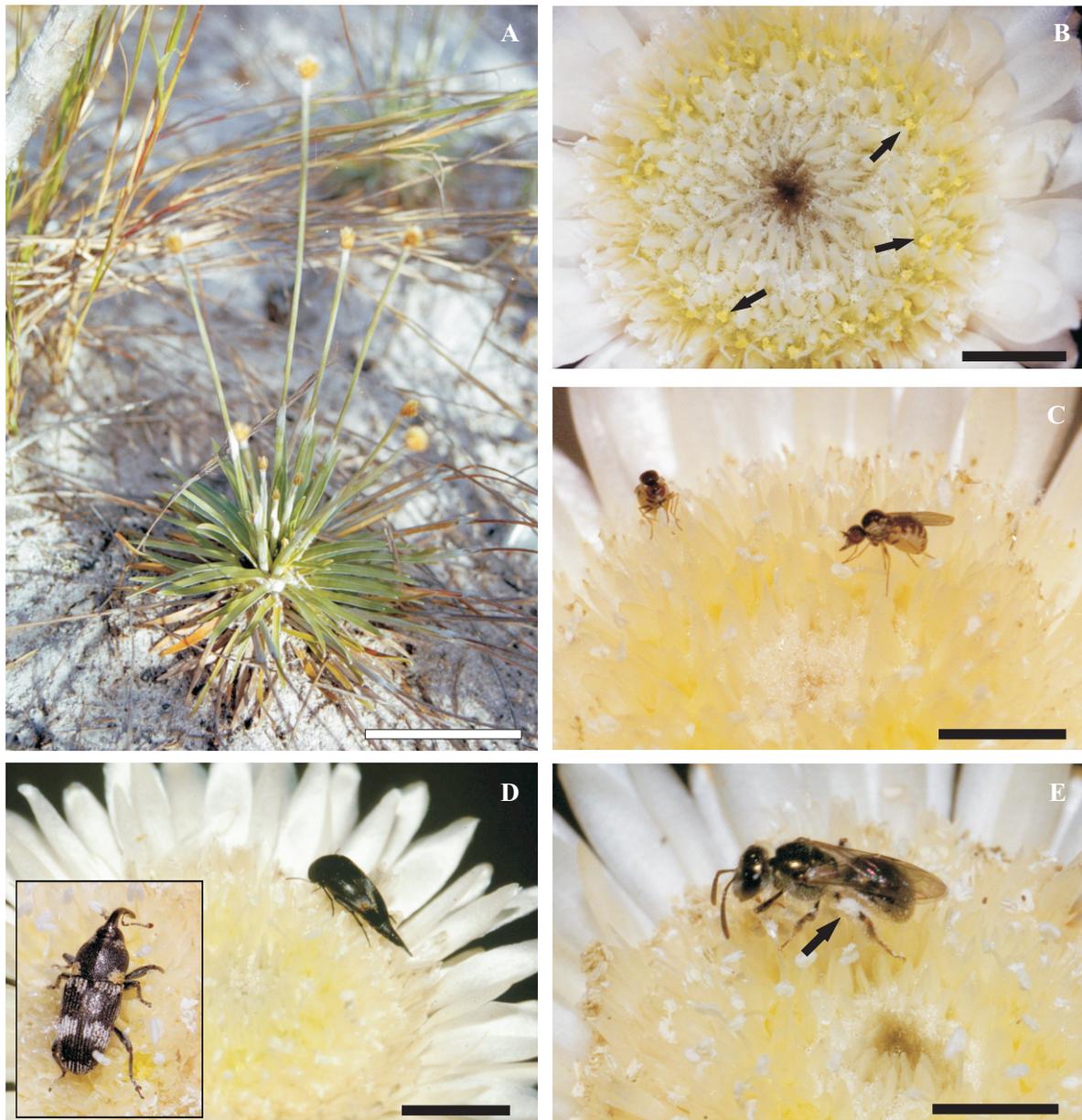


Figura 1. *Syngonanthus mucugensis*, A - hábito; B - região central do capítulo em fase dicapistilada, inndo os apêndices em amarelo (setas); C - indivíduos de *Mythicomyia* sp. (Diptera, Bombyliidae) visitando flores de capítulos em fase estaminada; D - indivíduos de Tenebrionidae (Coleoptera) visitando flores de capítulo em fase estaminada, no detalhe indivíduo de Crysomelidae sp.; E - indivíduo de Halictidae (Hymenoptera) se alimentando de néctar e coletando pólen em flores de capítulo em fase estaminada; note a carga de pólen na perna porterior (seta). Barras de escala = 5cm (A) e 2,5mm (B-E).

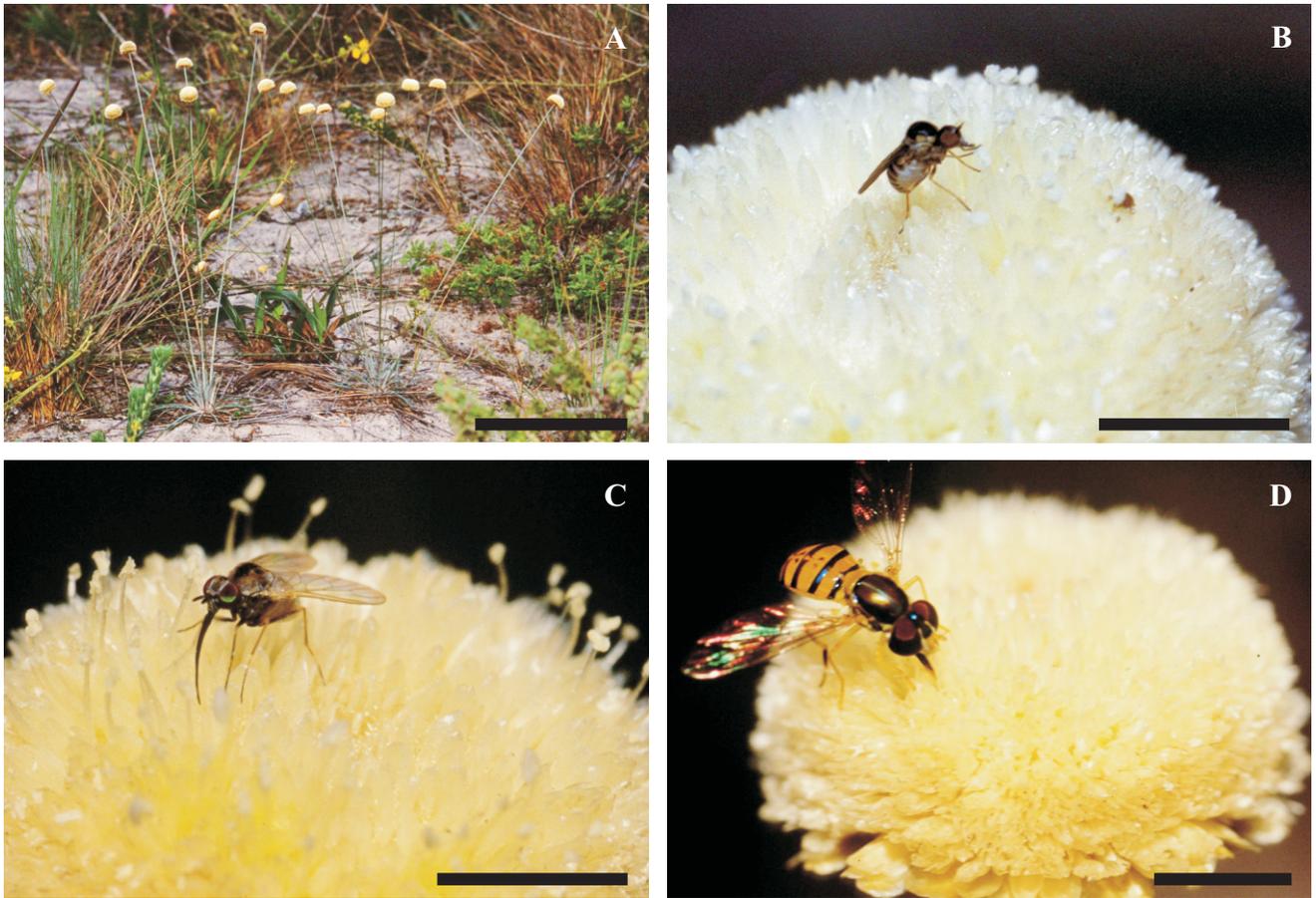


Figura 2. *Syngonanthus curralensis*. A - Hábito; B, C- indivíduos de Bombyliidae (Diptera) visitando flores de capítulo em fase estaminada; D - indivíduo de *Toxomerus* sp. (Diptera) visitando flores de capítulos em fase estaminada. Barras de escala = 10cm (A) e 2,5cm (B-D).

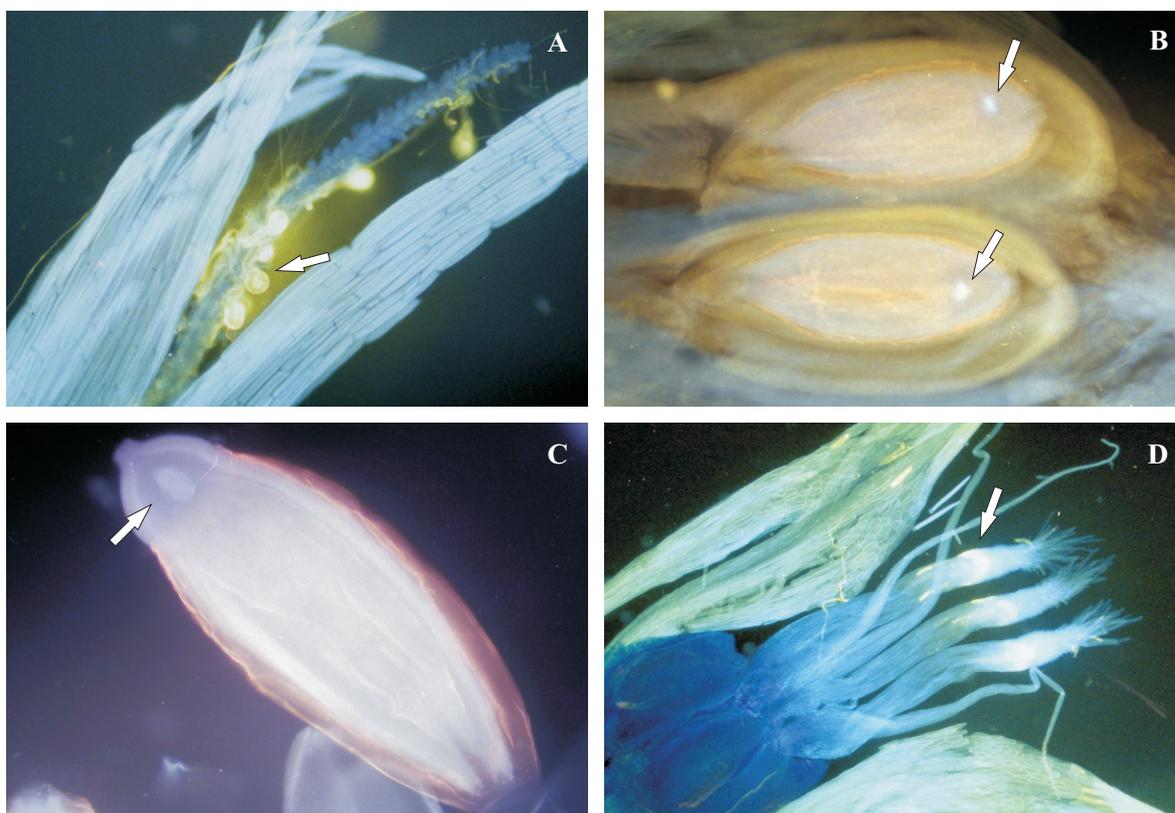


Figura 3. Flores pistiladas de *S. mucugensis* em microscopia de epifluorescência. A - grãos de pólen germinando (seta) e tubos polínicos penetrando o estigma (xenogamia; 24h); B - óvulos penetrados por tubos polínicos, indicando a fertilização (seta) (xenogamia; 48h); C - semente em início de desenvolvimento, indicando o próembrião (seta) (xenogamia; 4 dias); D - gineceu, evidenciando as células de floema dos apêndices (setas).

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)