

Islaine Franciely Pinheiro de Azevedo

Fenologia de Espécies Arbóreas de Vegetação Ciliar em Região de Transição Cerrado - Caatinga

Montes Claros
Minas Gerais – Brasil
Agosto – 2010

Islaine Franciely Pinheiro de Azevedo

Fenologia de Espécies Arbóreas de Vegetação Ciliar em Região de Transição Cerrado - Caatinga

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Montes Claros, como requisito necessário para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Wilson Fernandes

Co-orientadores: Prof. Dr. Yule Roberta Ferreira Nunes

Prof. Dr. Dario Alves de Oliveira

Montes Claros
Minas Gerais – Brasil
Agosto – 2010

A994f Azevedo, Islaine Franciely Pinheiro de.
Fenologia de espécies arbóreas de vegetação ciliar em região de transição Cerrado – Caatinga [manuscrito] / Islaine Franciely Pinheiro de Azevedo. – 2010.
30 f. : il.

Bibliografia: f. 18-22.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas/PPGCB, 2010.
Orientador: Prof. Dr. Geraldo Wilson Fernandes.
Co-orientadores: Prof.^a Dra. Yule Roberta Ferreira Nunes.
Prof. Dr. Dario Alves de Oliveira.

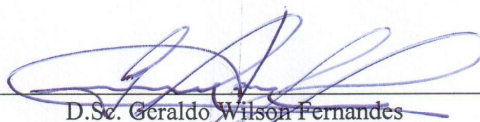
1. Fenologia. 2. Espécies arbóreas. 3. Fenofases. 4. Mata ciliar. I. Fernandes, Geraldo Wilson. II. Nunes, Yule Roberta Ferreira. III. Oliveira, Dario Alves de. IV. Universidade Estadual de Montes Claros. V. Título.

ISLAINE FRANCIELY PINHEIRO DE AZEVEDO

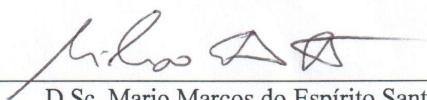
Fenologia de Espécies Arbóreas de Mata Ciliar em uma Região de Transição Cerrado-Caatinga

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Montes Claros como requisito necessário para a conclusão do curso de Mestrado em Ciências Biológicas.

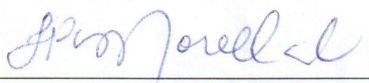
APROVADA: 31 de Agosto de 2010



D.Sc. Geraldo Wilson Fernandes
Orientador/UNIMONTES



D.Sc. Mario Marcos do Espírito Santo
UNIMONTES



D.Sc. Leonor Patrícia Cerdeira Morellato
UNESP

À minha mãe, meu exemplo de força e determinação,
dedico...

Agradecimentos

Os meus sinceros agradecimentos a todos, que de várias formas, contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao meu querido orientador Dr. G W Fernandes pelo incentivo e a oportunidade para a realização deste trabalho.

Em especial a Dr. Yule por ter me recebido no LEPV como estagiária, na UNIMONTES como orientanda e em Montes Claros como amiga. O meu muito obrigada pela confiança que me foi depositada, pelos ensinamentos que me foram concedidos e pelos conselhos que me foram repassados com muito carinho.

Ao meu co-orientador Dr. Dario pelo apoio e espaço que me foi oferecido no seu laboratório.

As minhas companheiras de campo de fenologia Diellen e Antoniely, pela disposição e companheirismo por todos os meses deste estudo. Vocês foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos meus amigos do Laboratório de Ecologia e Propagação Vegetal, pela força, parceria e compreensão nas horas de estresse, que não foram poucas. Giovana e Lílian, pelas sugestões. Dora e Thaíse, pelos momentos de descontração.

Ao Instituto Estadual de Florestas (IEF) de Januária, pelo apoio logístico durante todo o período de estudo, principalmente ao Ricardo Almeida e toda a equipe do Refúgio de Vidas Silvestres do Rio Pandeiros.

Em particular, o meu agradecimento ao Jarbas pela compreensão e paciência de suportar o meu estresse, pela companhia no campo e nas horas mais difíceis, e por todo carinho e amor a mim dedicados.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (PPGCB) da Universidade Estadual de Montes Claros.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento e Pesquisa (CNPq) pelo financiamento do projeto.

**Fenologia de Espécies Arbóreas de Vegetação Ciliar em Região de Transição Cerrado -
Caatinga^{*}**

ISLAINE FRANCIELY PINHEIRO DE AZEVEDO¹, YULE ROBERTA FERREIRA NUNES¹,
GERALDO WILSON FERNADES¹

1. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Montes Claros, Laboratório de Biologia da Conservação, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil. Av. Ruy Braga s/n, Caixa postal 126, CEP 39.401-089.

Autor correspondente: Yule Roberta Ferreira Nunes, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Departamento de Biologia Geral, Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil. Av. Ruy Braga s/n, Caixa postal 126, CEP 39.401-089, e-mail: yule.nunes@unimontes.br.

(* De acordo com as normas da Revista Brasileira de Botânica)

Abstract – (Tree species phenology of riparian vegetation in a transition Cerrado-Caatinga area). Studies on forest transition are important and required to provide information of adapted species at relatively instable environments. The vegetative and reproductive phenology of tree species in riparian vegetation of the Pandeiros river were studied from August of 2008 to July of 2009, in a transition area between Cerrado and Caatinga biomes, in northern of Minas Gerais, Brazil. 943 individuals, distributed in 50 populations, belonging to 30 species of 17 botanical families were observed. It was also observed the period of phenological phases occurrence: leaf flush, leaf fall, total abscission, flower buds, open flowers, unripe and ripe fruits, and we used the Spearman correlations among these phenological phases and the climatic variables of precipitation, temperature and relative air humidity. Leaf flush was registered mainly in the transition period between dry and wet seasons and leaf fall was more intense during the dry season. Some species showed a deciduous behavior, with a total absence of vegetative and reproductive structures mainly, in the transition period of dry and wet season. Flowering was concentrated in this period of transition, while the fruiting was less seasonal, with many species fruiting at the end of wet and dry seasons. The vegetative and reproductive phenological phases correlated with to the temperature. The phenological behavior of the studied species was similar to the phenological patterns of the adjacent riparian vegetation physiognomies of the Pandeiros river.

Key words: transition area, tree species, phenological phases, riparian vegetation.

Resumo – (Fenologia de espécies arbóreas de vegetação ciliar numa região de transição Cerrado-Caatinga). Estudos em florestas de transição são importantes e necessários para fornecerem compreendermos a ecologia de espécies adaptadas a ambientes relativamente instáveis. A fenologia vegetativa e reprodutiva das espécies arbóreas da vegetação ciliar do rio Pandeiros foi estudada de agosto de 2008 a julho de 2009, em uma área de transição entre o Cerrado e a Caatinga, no norte do Estado de Minas Gerais. Foram acompanhados 943 indivíduos, distribuídos em 50 populações amostrais, pertencentes a 30 espécies de 17 famílias. Foi observado o período de ocorrência das fenofases: brotamento, queda foliar, decíduidade total, botões florais, antese, frutos maduros e imaturos e realizadas análises de correlação de Spearman entre estas fenofases e as variáveis climáticas de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar. O brotamento foi registrado principalmente no período de transição entre a estação seca e chuvosa e a queda foliar foi mais intensa durante a estação seca. Algumas espécies apresentaram comportamento decíduo, com a total ausência de estruturas vegetativas e reprodutivas principalmente na época de transição entre a estação seca e chuvosa. A floração também se concentrou neste período de transição, enquanto que a frutificação foi menos sazonal, com muitas espécies frutificando no final da estação chuvosa e no

final da estação seca. As fenofases vegetativas e reprodutivas foram relacionadas principalmente com a temperatura. O comportamento fenológico das espécies estudadas apresentou semelhanças com os padrões fenológicos das fitofisionomias adjacentes da vegetação ciliar do rio Pandeiros.

Palavras-chave: área de transição, espécies arbóreas, fenofases, mata ciliar.

Introdução

A diversidade de estratégias fenológicas pode representar uma forma alternativa de sobrevivência para as espécies vegetais (Oliveira 2008) e é, provavelmente, um dos fatores que permite a coexistência de um grande número de espécies nas florestas tropicais (Morellato *et al.* 1990). A ocorrência de padrões fenológicos divergentes, como o hábito de espécies com crescimento quase contínuo ou diferentes períodos de floração, pode ser explicada como uma resposta das espécies vegetais em relação aos fatores ambientais (Bulhão & Figueiredo 2002). Nas espécies arbóreas de florestas tropicais os eventos fenológicos são, na sua maioria, sazonais, principalmente quando as florestas estão sujeitas a uma forte estacionalidade climática (Pedroni *et al.* 2002; Locatelli & Machado, 2004; Santos & Takaki, 2005). Em um clima tropical estacional há uma relação estreita entre a precipitação e a fenologia, sugerindo que a pluviosidade seja o principal parâmetro regulador dos padrões fenológicos (Felfili *et al.* 1999). Para alguns autores, a fenologia de árvores tropicais é principalmente determinada pela duração e intensidade da seca sazonal (Borchert 1996, Bulhão & Figueiredo 2002). No Brasil, alguns trabalhos reportaram mudanças de fenofases conforme períodos secos e chuvosos (Morellato *et al.* 1990, 2000, Machado *et al.* 1997, Antunes & Ribeiro 1999, Andreis *et al.* 2005, Reys *et al.* 2005). A relação entre plantas e água tem recebido grande atenção, principalmente em áreas expostas a períodos secos prolongados, como em ambientes da Caatinga e do Cerrado (Fonseca *et al.*, 2008).

A flora da Caatinga apresenta diferentes adaptações relacionadas ao grau de escassez de água (Rocha *et al.* 2004). Embora a floração e a frutificação da maioria das espécies da caatinga parece ser regulada pelo ciclo de chuvas (Amorin *et al.* 2009). A formação de folhas novas e a floração de espécies da Caatinga são mais evidentes no início da estação chuvosa e a queda de folhas é mais pronunciada no período de estiagem (Machado *et al.* 1997, Barbosa *et al.* 2003). No Cerrado é notável a forte sazonalidade relacionada com a precipitação, refletida na intensidade da queda foliar e brotamento das espécies (Lenza & Klink 2006). A queda foliar ocorre principalmente no final da estação seca e o brotamento no início da estação chuvosa (Lenza & Klink 2006, Pirani *et al.* 2009). Já a floração da maioria das espécies arbóreas ocorre durante a estação seca, indicando um padrão que parecer ser comum da vegetação arbórea do cerrado (Batalha & Mantovani 2000, Lenza & Klink 2006, Oliveira 2008, Pirani *et al.* 2009). Por outro lado, a maioria das espécies de mata ciliar apresenta picos de floração no período de alta precipitação (Oliveira & Paula 2001, Carmo & Morellato 2004, Reys *et al.* 2005). A mata ciliar pode ser considerada uma das poucas fitofisionomias da região do Cerrado que se encontra na categoria de sempre-verde (Antunes & Ribeiro 1999). Tal aspecto deve estar correlacionado com a maior disponibilidade de água, que pode determinar padrões fenológicos diferenciados das fitofisionomias mais secas adjacentes à mata ciliar (Antunes & Ribeiro 1999).

A vegetação da região norte do Estado de Minas Gerais, sudeste brasileiro, é caracterizada pela transição entre o Cerrado e a Caatinga, em graus distintos de dominância de uma formação sobre a outra (Brandão 1994, Rizzini 1997), apresentando uma vegetação que expressa uma condição de sobrevivência ligada à deficiência hídrica e adaptada a um clima severo (Fernandes 2002). As áreas de transição observadas nesta região dão origem a fitofisionomias bem diferenciadas, principalmente no que se refere a composição das espécies vegetais (Santos *et al.* 2007). Em especial, a vegetação ciliar do rio Pandeiros, afluente da margem esquerda do rio São Francisco no norte de Minas, apresenta uma vegetação proveniente do efeito transicional entre os biomas Cerrado e Caatinga, que formam uma junção peculiar de mata ciliar, mata seca e cerrado (Azevedo *et al.* 2009). Embora a região tenha sido apontada como prioritária para investigação científica e para a conservação da biodiversidade (Drummond *et al.* 2005), é uma das regiões menos estudada do estado (Azevedo *et al.* 2009, Nunes *et al.* 2009, Rodrigues *et al.* 2009).

Estudos em florestas de transição são importantes sob os aspectos ecológicos e necessários para entendermos sua composição, riqueza e diversidade de espécies adaptadas a esses ambientes relativamente instáveis (Cestaro & Soares 2004). O conhecimento científico de uma área transicional, entre o Cerrado e a Caatinga, reúne informações que podem dar subsídios a projetos de restauração de áreas degradadas (Azevedo *et al.* 2009). O presente estudo reuniu informações fenológicas sobre espécies arbóreas de vegetação ciliar em uma região de transição Cerrado-Caatinga, com o intuito de fornecer dados sobre o período de crescimento e reprodução das plantas, como a época de floração e frutificação e compreendermos a ecologia de espécies de ambientes relativamente instáveis. Essas informações possibilitam determinar períodos de coletas de frutos e sementes e são necessárias para apoiarem programas de restauração florestal (Mantovani *et al.* 2003, Santos & Takaki 2005). Desta forma, este estudo teve como objetivo caracterizar o comportamento fenológico das espécies mais frequentes da vegetação ciliar do rio Pandeiros e relacioná-las com variáveis climáticas como temperatura, precipitação e umidade relativa do ar. Neste sentido, o estudo endereça as seguintes questões: (1) o comportamento fenológico vegetativo e reprodutivo das espécies da vegetação ciliar do rio Pandeiros é influenciado pela sazonalidade climática? e (2) as espécies da vegetação ciliar do rio Pandeiros apresentam um comportamento fenológico característico de mata ciliar ou as espécies se comportam de acordo com a sua formação vegetacional de origem?

Material e Métodos

A Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros (APA do Rio Pandeiros) possui 393.060 hectares e está localizada nos municípios de Januária, Cônego Marinho e Bonito de Minas, no norte de Minas Gerais, Brasil. O rio Pandeiros é um importante afluente da margem esquerda do rio São

Francisco e a sua micro-bacia foi classificada como uma área prioritária para a conservação da biodiversidade regional (Azevedo *et al.* 2009). O cerrado sentido restrito é o tipo fisionômico dominante da APA, que também apresenta espécies comuns à caatinga, favorecendo a exibição de uma diversidade marcante de ecossistemas nas formações vegetacionais que margeiam o curso do rio Pandeiros (Azevedo *et al.*, 2009). A vegetação ciliar do rio Pandeiros apresenta uma composição florística mista, com a presença de espécies de mata ciliar, floresta decidual, cerrado e caatinga, evidenciando a forte influência do efeito transicional presente na região (Azevedo *et al.* 2009, Nunes *et al.* 2009, Rodrigues *et al.* 2009).

Os tipos de solo da APA do Rio Pandeiros são Neossolos Quartzarênicos com características de permeabilidade; Cambissolos Háplicos Distróficos com baixa fertilidade natural e textura arenosa; Latossolos com elevada capacidade de armazenamento de água e baixa fertilidade natural e os Gleissolos denominados como solos de brejo, típicos de terrenos inundáveis (IGA 2006). Nesta região o período seco estende-se de maio a setembro e o período chuvoso de outubro a abril, coincidindo com a época mais quente do ano (Antunes 1994). Para este estudo foram definidos os períodos seco e chuvoso da seguinte maneira: início do período seco de abril a maio, meio do período seco de junho a julho, final do período seco de agosto a setembro, início do período chuvoso de outubro a novembro, meio do período chuvoso de dezembro a janeiro e final do período chuvoso de fevereiro a março. Segundo a classificação de Koppen, o tipo de clima, predominante na área em estudo é o Aw caracterizado pela existência de uma estação seca, bem acentuada no inverno (Antunes 1994). A precipitação média anual dos anos de 1990 a 2009 foi de 920 mm e a temperatura de 26,8° C. A precipitação total registrada durante o período de estudo (agosto de 2008 a julho de 2009) foi de 785 mm, inferior a média anual dos últimos 20 anos. O mês mais chuvoso foi dezembro, com 302 mm, enquanto em agosto e julho não houve precipitação. A maior temperatura média foi registrada em outubro, chegando a 27,8° C, e a menor no mês de junho, com 21,8° C. A umidade relativa do ar variou de 45% (agosto e setembro) a 82% (dezembro e abril) (figura 1). Os dados climáticos utilizados no presente trabalho foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e coletados na estação do município de Januária.

As espécies deste estudo foram selecionadas a partir de um levantamento fitossociológico do estrato arbóreo realizado em 2007 e 2008, em cinco sítios distribuídos ao longo da vegetação ciliar, desde a nascente até a foz do rio Pandeiros. Os sítios foram denominados como São Domingos, Catolé, Balneário, Agropop e Pântano (figura 2). Os sítios diferem entre si em relação as fitofisionomias adjacentes e principalmente em relação a composição florística. De acordo o padrão de similaridade florística, a composição florística dos sítios localizados na região mais alta do curso do rio, próximas a nascente, e os sítios localizados na região mais acidentada do curso do rio, diferem significativamente dos sítios que se encontram na parte mais baixa, próximas a foz

(coeficiente de Jaccard, de acordo com dados de Rodrigues *et al.* 2009). O sítio São Domingos, localizado na região do alto Pandeiros, apresenta uma vegetação ciliar estreita e até mesmo ausente em alguns pontos, associada a ocorrência de veredas e cerrado como fitofisionomias adjacentes predominantes. Os sítios Catolé e Balneário, localizados na região do médio Pandeiros, são bastante similares em relação a composição florística e a vegetação ciliar tem uma formação florestal mais desenvolvida e preservada, com uma forte influência do cerrado. Além do cerrado, o Catolé tem como fitofisionomia adjacente predominante as veredas e o Balneário a floresta decidual. Os sítios Agropop e Pântano, que estão localizados na região mais baixa do rio Pandeiros, se encontram em uma área de saturação hídrica e apresentam similaridade florística entre eles. Na vegetação ciliar da Agropop a ocorrência de veredas, juntamente com o cerrado, é predominante. No Pântano as fitofisionomias adjacentes a vegetação ciliar é o cerrado e floresta decidual. Em cada sítio foram marcadas 70 parcelas de 10 m x 10 m (100 m²), com distância de 10 m entre elas e distribuídas nas margens esquerda e direita do rio Pandeiros. As parcelas foram posicionadas a três metros da margem e dispostas paralelamente ao curso do rio (veja Rodrigues *et al.* 2009). De cada sítio, foram identificadas as dez espécies mais frequentes e marcados os indivíduos de cada espécie, segundo a ordem de aparecimento dentro das parcelas e nas proximidades das mesmas, com DAP (diâmetro à altura do peito = 1,30 m do solo) \geq 5 cm, conforme o critério de inclusão do levantamento fitossociológico. Foram marcados 20 indivíduos por espécie em cada sítio, entretanto, para algumas espécies não foi possível atender a esse número dentro do critério de inclusão. O número de populações amostrais variou de acordo com a frequência da espécie ao longo dos sítios estudados. Desta forma, no total foram amostradas 30 espécies, distribuídas em 17 famílias e 50 populações amostrais, totalizando 944 indivíduos para o acompanhamento fenológico (tabela 1). Estes indivíduos foram identificados com plaquetas de alumínio numeradas e destacados com fitas de TNT coloridas. As espécies amostradas neste trabalho, com exceção de *Nectandra nitidula* que é uma espécie típica de florestas semidecíduas, apesar de estarem na vegetação ciliar, também ocorrem no cerrado e mais de 60 % delas ocorrem em ambos os ambientes, no cerrado e na mata ciliar, e 30% destas espécies ocorrem nos três ambientes cerrado, mata ciliar e mata seca (Sano *et al.* 2008) (tabela 1).

O acompanhamento fenológico foi feito mensalmente durante o período de agosto de 2008 a julho de 2009, com observações diretas e auxílio de um binóculo. A cada mês, foram registradas no campo, para cada indivíduo, as seguintes fenofases: (1) brotamento, marcada pelo aparecimento de pequenas folhas com coloração diferenciada; (2) queda foliar, caracterizada pela presença de folhas amareladas na copa e folhas caídas sob a copa das árvores; (3) deciduidade total, ausência total de folhas e estruturas reprodutivas; (4) floração: dividida em botões florais, caracterizada pelo início da formação da estrutura floral e antese, representada pela abertura dos botões florais até a queda das

peças florais; (6) frutificação: dividida em frutos imaturos, fase entre a formação do fruto até o amadurecimento e frutos maduros, representada pela presença de frutos com coloração diferenciada, característica das espécies (Nunes *et al.* 2005 adaptado). Para cada espécie estudada, foi coletado material testemunho, sendo incorporado ao acervo do Herbário Montes Claros (HMC), vinculado a Universidade Estadual de Montes Claros (Tabela 1).

Foi utilizado o índice de atividade, que se refere à porcentagem de indivíduos manifestando determinado evento, no qual é constatada somente a presença ou ausência da fenofase específica, não estimando a intensidade (Bencke & Morellato 2002a). Assim, a cada mês foi computada a porcentagem de indivíduos que apresentaram a fenofase específica. Para relacionar os dados fenológicos de atividade das fenofases com as variáveis climáticas de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar foi utilizada a correlação de Spearman (Zar 1996), uma vez que os dados não apresentaram uma distribuição normal (teste de Kolmogorov-Sminov). O valor de significância considerado foi de $p < 0,05$. Para as espécies que possuíam mais de uma população amostral no estudo foi considerada a correlação que apresentou o maior valor.

Resultados

Fenologia vegetativa - A maioria das espécies estudadas não apresentou o brotamento das folhas de forma contínua. A produção de folhas novas foi interrompida por algumas vezes ou esteve ausente durante o período seco e chuvoso. Dentre as espécies estudadas, apenas *Xylopia aromatica* e *Byrsonima pachyphylla* apresentaram o brotamento contínuo das folhas. A produção de folhas novas ocorreu, para a maioria das espécies, com maior frequência na transição entre o período seco e chuvoso de setembro a outubro (figura 3). O pico de atividade de brotamento foi registrado em 20 espécies (66,6%) no final do período seco e em oito espécies (26,6%) no início do período chuvoso. Somente em *Machaerium acutifolium* foi registrado o pico de atividade de brotamento no meio do período chuvoso. No final do período chuvoso nenhuma das espécies estudadas manifestou o pico de atividade desta fenofase. No início e no meio do período seco apenas duas espécies apresentaram pico de atividade de brotamento em cada período, sendo estas *Hirtella gracilipes* e *Myrciaria floribunda*, e *Xylopia aromatica* e *Myrsine coriacea*, respectivamente (tabela 2). As análises de correlação de Spearman entre as variáveis climáticas e as fenofases vegetativas foram significativas para 90% das espécies acompanhadas neste estudo. A fenofase de brotamento foi correlacionada com a temperatura significativamente para onze das trinta espécies estudadas, representando 40% das correlações. As correlações entre o brotamento e a umidade relativa do ar foram significativas para 9 espécies e as correlações entre brotamento e precipitação para 6 espécies (tabela 3).

A queda foliar foi contínua em *Hirtella glandulosa*, *Byrsonima pachyphylla*, *Myrsine coriacea* e *Euplassa rufa*. Nas demais espécies, a queda das folhas foi interrompida ou esteve

ausente por um a quatro meses, principalmente no início e no meio do período chuvoso (figura 3). A maioria das espécies apresentou o pico de atividade da queda foliar durante o período seco. É importante ressaltar que algumas espécies apresentaram picos de atividade das fenofases vegetativas e/ou reprodutivas em mais de um mês. No início do período seco foi registrado o pico de atividade da queda foliar em 14 espécies (46,6%), no meio deste período foram 10 espécies (33,3%) e no final foram 19 espécies (63,3%). No início do período chuvoso nenhuma das espécies estudadas apresentou o pico de atividade da queda foliar. No meio do período chuvoso somente *Hirtella gracilipes* apresentou o pico de atividade de queda foliar e apenas em quatro espécies foram registrados os picos de atividade no final deste período (tabela 2). Dentre as correlações da queda foliar com as variáveis climáticas, a temperatura se destacou com 59% das correlações significativas para 16 espécies. Enquanto que as correlações entre a queda foliar e a precipitação foram significativas para seis espécies e entre a queda foliar e a umidade relativa do ar foram significativas apenas para duas espécies, *Xylopia aromatica* e *Hymenaea eriogyne* (tabela 3).

Das 30 espécies estudadas, 11 (36,6%) apresentaram comportamento decíduo, quando foi registrada a total ausência de estruturas reprodutivas e vegetativas nos indivíduos observados (figura 3). Destas espécies, oito apresentaram pico de atividade de deciduidade no final do período seco, três no início do período chuvoso e uma no meio do período seco (tabela 2). Das 11 espécies que apresentaram comportamento decíduo, em 10 espécies as correlações entre a deciduidade e as variáveis climáticas foram significativas. Assim como nas outras fenofases vegetativas, a deciduidade também apresentou um maior número de correlações com a temperatura. As correlações entre a deciduidade e a temperatura foram significativas para seis espécies, representando 60%. Já as correlações entre a deciduidade com a umidade relativa do ar e precipitação foram significativas para quatro e três espécies, respectivamente (tabela 3).

Fenologia reprodutiva - Grande parte das espécies estudadas floresceu e frutificou durante o período de estudo. Não foi visualizada a floração de apenas 13% das espécies, sendo estas: *Hymenaea eriogyne*, *Hymenaea martiana*, *Machaerium acutifolium* e *Dilodendron bipinnatum*. Houve o predomínio de espécies florindo entre a transição do período seco para o período chuvoso e muitas espécies floresceram durante o período chuvoso. O pico de atividade da floração ocorreu no final do período seco para 12 espécies (40%) e no início do período chuvoso para 10 espécies (33,3%) (figura 3). No meio do período chuvoso apenas as espécies *Annona montana*, *Copaifera coriacea* e *Copaifera langsdorffii* manifestaram o pico de atividade da floração. Durante os outros períodos, final do período chuvoso e início e meio do período seco, foi registrado o pico de atividade da floração somente em uma espécie em cada, sendo estas *Senna spectabilis*, *Qualea multiflora* e *Myrsine coriacea*, respectivamente (tabela 2). As correlações entre as variáveis climáticas e as

fenofases reprodutivas foram significativas para 73% das 30 espécies estudadas. As correlações entre a fenofase de botões florais com as variáveis climáticas, ocorreram principalmente com a temperatura, sendo significativas para 12 espécies, representando 54% das correlações. A antese também apresentou um maior número de correlações significativas com a temperatura, sendo registrada para nove espécies e com 40% das correlações. Entre os botões florais e a umidade relativa do ar as correlações foram significativas para sete espécies. Enquanto que as correlações entre a antese e a umidade relativa do ar foram significativas para seis espécies. Dentre as variáveis climáticas, a precipitação apresentou o menor número de correlações significativas com a floração das espécies deste estudo. Entre os botões florais e a precipitação as correlações foram significativas apenas para quatro espécies, representando 18% das correlações. E entre a antese e a precipitação as correlações foram significativas apenas para três espécies, com 13% das correlações (tabela 4).

A manifestação da frutificação ocorreu para a maioria das espécies durante o período chuvoso. Das quatro espécies em que não foram observadas flor, somente em *Hymenaea martiana* também não foi observados frutos. O pico de atividade da frutificação no início do período chuvoso foi registrado em 10 espécies (33,3%) e no meio deste período em sete espécies (23,3%). No entanto, muitas espécies também apresentaram o pico de atividade da frutificação no final do período seco, sendo registrado em nove espécies (30%) (figura 3). No final do período chuvoso apenas as espécies *Xylopia aromatica* e *Copaifera langsdorffii* apresentaram o pico de atividade da frutificação. No início do período seco apenas *Senna spectabilis* apresentou o pico de atividade da frutificação e no meio do período seco foi somente *Copaifera coriacea* (tabela 2). As correlações entre os frutos imaturos e a temperatura foram significativas para oito espécies, representando 36% das correlações. Entre os frutos maduros e a temperatura as correlações foram significativas apenas para três espécies, sendo elas *Astronium fraxinifolium*, *Curatella americana* e *Senna spectabilis*. Entre os frutos imaturos e a umidade relativa do ar as correlações foram significativas para sete espécies. Já as correlações entre os frutos maduros e a umidade relativa do ar foram significativas para quatro espécies. As correlações entre os frutos imaturos e a precipitação foram significativas para sete espécies. Enquanto que entre os frutos maduros e precipitação houve apenas uma correlação significativa, que foi para *Averrhoidium gardnerianum* (tabela 4).

Discussão

Fenologia vegetativa - As fenofases vegetativas e reprodutivas não transcorreram da mesma maneira para todas as espécies. No entanto, muitas espécies apresentaram uma tendência no comportamento fenológico. O brotamento foi registrado principalmente durante a transição do período seco para o período chuvoso, com a maioria dos picos de atividade ocorrendo no final do

período seco. No cerrado, o brotamento das espécies acontece principalmente no início da estação chuvosa (Lenza & Klink 2006, Pirani *et al.* 2009) e na mata ciliar as espécies apresentam fenologia variada e distribuída ao longo do ano, mas com um pico também no início da estação chuvosa (Oliveira & Paula 2001). Os picos de atividade de brotamento das espécies arbóreas da vegetação ciliar do rio Pandeiros, ocorreram no final do período seco, quando os índices de precipitação foram menores, sugerindo que esta fenofase não seja diretamente influenciada pela pluviosidade, como acontece com as plantas do cerrado que sofrem uma grande influência da sazonalidade pluvial (Felfili *et al.* 1999). De acordo com Borchert (1999), as fenofases vegetativas são mais independentes da sazonalidade do clima em plantas que se encontram em microambientes com maior disponibilidade de água no solo. Dessa forma, a disponibilidade de água e o próprio microclima, proporcionado pela presença da vegetação florestal, podem provocar condições ambientais bem diferentes para o desenvolvimento das plantas de mata, em relação àquelas encontradas em áreas de cerrado (Oliveira 2008). Para algumas espécies, a ocorrência do brotamento pouco antes ou no início da estação chuvosa é uma estratégia para maximizar a assimilação de fotossintatos na estação chuvosa, com estocagem de reservas que podem ser destinadas para a produção de frutos e flores (Felfili *et al.* 1999). Para outras, a produção de folhas nesta época, quando a abundância de insetos é menor, pode representar uma estratégia temporária para escapar dos danos causados por herbívoros (Aide 1992, Murali & Sukumar 1993, Coley & Barone 1996, Sloan *et al.* 2006). Entre as variáveis climáticas analisadas, a temperatura apresentou um maior número de correlações com o brotamento. Enquanto que, interações entre as fenofases e a precipitação foram menos frequentes. Estes resultados sugerem que o brotamento das plantas da vegetação ciliar do rio Pandeiros não está sendo influenciado diretamente pelo regime de chuvas. Segundo Morellato *et al.* (2000), em plantas de locais onde não há restrição hídrica, a temperatura parece ser o fator mais importante para o enfolhamento.

A fenofase mais regular para todas as espécies da vegetação ciliar do rio Pandeiros foi a perda das folhas, registrada com muita intensidade durante todo o período seco, sendo quase ausente durante o período chuvoso. De acordo com Myers (2000), as espécies de plantas tropicais em locais sazonais com estação seca marcante perdem suas folhas durante o período seco. No Cerrado e na Caatinga a queda de folhas em épocas mais secas do ano é muito evidente (Machado *et al.* 1997, Barbosa *et al.* 2003, Lenza & Klink 2006, Pirani *et al.* 2009, Lima & Rodal 2010), assim como nas florestas tropicais secas (Frankie *et al.* 1974, Murphy & Lugo 1986, Justiniano & Fredericksen 1999, Ragusa-Netto & Silva 2007). Segundo Ferraz *et al.* (1999), o estresse hídrico e a disponibilidade de nutrientes são fatores que influenciam a maior queda das folhas nesta estação. Para Nunes *et al.* (2005), a queda das folhas ocorre principalmente em função de estímulos ambientais, como o nível de precipitação anual. No entanto, a deciduidade foliar de espécies de

mata ciliar parece não sofrer interferência direta da ausência de chuvas no período seco (Antunes & Ribeiro 1999). Assim como no brotamento, a queda de folhas foi mais correlacionada com a temperatura, sugerindo este fator como o principal desencadeador das fenofases vegetativas e não a precipitação ou a umidade relativa do ar, uma vez que a correlação entre a temperatura e deciduidade foi também mais freqüente entre as espécies estudadas. De acordo com Borchert (1999), as árvores que crescem em ambientes com maior disponibilidade de água estariam protegidas contra o estresse hídrico sazonal. Desta forma, as fenofases das espécies da vegetação ciliar do rio Pandeiros parecem estar mais sujeitas a influência da temperatura.

Algumas espécies apresentaram deciduidade total na época de transição entre o período seco e chuvoso, principalmente no final do período seco. Das espécies em que foi registrada a deciduidade, em algum momento do período de estudo, mais de 60% ocorrem em matas decíduas. Ragusa-Netto & Silva (2007), estudando a fenologia em uma mata seca no oeste brasileiro, encontraram que a maioria das espécies do ambiente mais seco eram decíduas. No entanto, de acordo com Reich & Borchert (1984), espécies de alguns gêneros como *Bombax*, *Cedrela*, *Cordia* permanecem decíduas por vários meses, mesmo estando em áreas sem uma estação seca pronunciada. Em muitas espécies tropicais, a reidratação das árvores, que acontece após a queda das folhas, nem sempre induz o brotamento e as árvores ficam dormentes durante certo período (Ferraz *et al.* 1999).

Fenologia reprodutiva - A maioria das espécies floresceu durante o ano de estudo e apenas em *Hymenaea martiana* não foi observada a presença de flores e frutos. O padrão de floração anual é muito encontrado em espécies do cerrado (Lenza & Klink 2006). A floração das espécies da vegetação ciliar do rio Pandeiros concentrou-se durante a transição do período seco para o período chuvoso, com predomínio dos picos de atividade no final do período seco. Este padrão de floração no período seco é muito observado em espécies arbóreas do cerrado (Batalha & Mantovani 2000, Lenza & Klink 2006, Oliveira 2008, Pirani *et al.* 2009). No entanto, muitas espécies tiveram o pico de floração durante o período chuvoso e este é um padrão encontrado para espécies de mata ciliar (Antunes & Ribeiro 1999, Oliveira & Paula 2001, Carmo & Morellato 2004, Reys *et al.* 2005). Segundo Antunes & Ribeiro (1999), a periodicidade dos eventos fenológicos das espécies das matas ciliares pode ou não coincidir com as mudanças sazonais típicas do cerrado, pois a maior disponibilidade de água poderia originar padrões diferenciados das fitofisionomias mais secas adjacentes à mata. Também existe o fato de que as espécies variam com relação à sua sensibilidade aos fatores ambientais e isso pode explicar a ocorrência de padrões fenológicos divergentes (Bulhão & Figueiredo 2002). Os padrões fenológicos quando distintos sugerem uma adaptação às condições abióticas (Morellato *et al.* 1990). Os botões florais e antese, assim como as fenofases vegetativas,

também foram mais correlacionados com a temperatura, já em relação a precipitação as correlações foram menos frequentes. Mesmo não ocorrendo um estresse hídrico acentuado na estação seca para as florestas semidecíduas, a redução do estresse hídrico com as primeiras chuvas e a elevação da temperatura pode influenciar o padrão de floração das plantas deste ambiente (Morellato 1992, Reys *et al.* 2005).

Entre as fenofases estudadas, a frutificação foi a menos sazonal, apresentando muitas espécies com os picos de atividade no final do período chuvoso e no final do período seco. No cerrado é constatada a presença de frutos durante todo o ano e uma fraca sazonalidade (Batalha & Mantovani 2000, Lenza & Klink 2006, Pirani *et al.* 2009). Nas matas ciliares o padrão fenológico reprodutivo é mais sazonal, com pico de floração e frutificação no período de alta precipitação e temperatura, mesmo sendo encontradas espécies em fase reprodutiva durante o ano todo (Carmo & Morellato 2004, Reys *et al.* 2005). Os requisitos para o estabelecimento de plantas de mata e as condições ambientais diferentes, talvez impliquem em estratégias diferenciadas das plantas do cerrado (Oliveira 1998). As espécies parecem concentrar a floração e a frutificação em períodos variados, mas de forma que maximizem o estabelecimento e o desenvolvimento das plântulas (Antunes & Ribeiro 1999). Segundo Pirani *et al.* (2009), a fenologia reprodutiva das plantas que vivem em habitats sazonais tem sido moldada para sincronizar a maturação dos frutos e a liberação das sementes com a época mais favorável para o crescimento e a sobrevivência das plântulas. Algumas espécies arbóreas do cerrado podem sofrer uma redução na produção de flores e frutos durante os meses mais secos do ano, mas sem afetar a produção de sementes maduras (Madeira & Fernandes 1999). As correlações entre os frutos imaturos e maduros com a temperatura ressaltam que esta variável seja a principal desencadeadora, não só das fenofases vegetativas, como também das fenofases reprodutivas. No entanto, além do clima, é possível que a frutificação esteja também relacionada com outras fases do desenvolvimento da planta, como a germinação das sementes (Marques & Oliveira 2004).

O período de maior atividade fenológica vegetativa e reprodutiva das espécies arbóreas da vegetação ciliar do rio Pandeiros esteve concentrado durante a transição entre o período seco e chuvoso. Este padrão é observado em espécies típicas do cerrado (Pirani *et al.* 2009). No entanto, as fenofases das espécies aqui estudadas parece não sofrer uma influência direta da precipitação, como é comumente descrito para as espécies do cerrado (Felfili *et al.* 1999). Dentre as variáveis climáticas analisadas, tanto as fenofases vegetativas como as reprodutivas, foram mais influenciadas pela temperatura. A composição florística da vegetação ciliar do rio Pandeiros engloba espécies que ocorrem frequentemente no cerrado e também na mata seca, em uma área de transição, onde as espécies se encontram em um ambiente relativamente instável, mas em um ambiente com maior disponibilidade hídrica. Desta forma, as espécies da vegetação ciliar estudada

apresentam um comportamento fenológico influenciado pelo padrão fenológico de suas formações vegetacionais de origem, como o cerrado, mata ciliar e floresta decídua, mas que apresentam adaptações para a sobrevivência neste ambiente de transição, comprometendo a formação de um padrão fenológico característico.

Agradecimentos – Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro do projeto CT Hidro (Processo 555980/2006-5). A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa concedida a primeira autora. Ao Instituto Estadual de Florestas (IEF) e a Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) pelo apoio logístico.

Referências

- AIDE, T. M. 1992. Season leaf production: an escape from herbivory. *Biotropica* 24: 532-537.
- ANTUNES, F. Z. 1994. Caracterização climática. *Informe Agropecuário* 17(181): 15-19.
- AMORIM, I. L., SAMPAIO, E. V. S. B. & ARAÚJO, E. L. 2009. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga do Seridó, RN. *Revista Árvore* 33: 491-499.
- ANDREIS, C., LONGHI, S. J., BRUN, E. J., WOJCIECHOWSKI, J. C., MACHADO, A. A., VACCARO, S. & CASSAL, C. Z. 2005. Estudo fenológico em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no município de Santa Tereza, RS, Brasil. *Revista Árvore* 29: 55-63.
- ANTUNES, N. B. & RIBEIRO, J. F. 1999. Aspectos fenológicos de seis espécies vegetais em matas de galeria do Distrito Federal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34: 1517-1527.
- AZEVEDO, I. F. P., NUNES, Y. R. F., VELOSO, M. D. M., NEVES, W. V. & FERNANDES, G. W. 2009. Preservação estratégica para recuperar o São Francisco. *Scientific American Brasil* 83: 74-79.
- BARBOSA, D.C.A., BARBOSA, M.C. & LIMA, L.C.M. 2003. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga. *In Ecologia e conservação da caatinga*. (I.F. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva, eds.). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 657-693.
- BATALHA, M. A. & MANTOVANI, W. 2000. Reproductive phenological patterns of cerrado plant espécies at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. *Revista Brasileira de Biologia* 60: 129-145.

- BENCKE, C. S. C. & MORELLATO, P. C. 2002. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasileira de Botânica* 25: 269-275.
- BORCHERT, R. 1996. Phenology and flowering periodicity of neotropical dry forest species: evidence from herbarium collections. *Journal of Tropical Ecology* 12: 65-80.
- BORCHERT, R. 1999. Climatic periodicity, phenology, and cambium activity in tropical dry forest trees. *Iawa Journal* 20: 239-247.
- BRANDÃO, M. 1994. Área Mineira do Polígono das Secas / Cobertura Vegetal. Informe Agropecuário, Belo Horizonte 181:5-9.
- BULHÃO, C. F. & FIGUEIREDO, P. 2002. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. *Revista Brasileira de Botânica* 25: 361-369. 2002.
- CARMO, M. R. B. & MORELLATO, L. P. C. 2004. Fenologia de árvores e arbustos das matas ciliares da bacia do rio Tabagi, estado do Paraná, Brasil. *In* Matas Ciliares: conservação e recuperação (R. R. Rodrigues & H. F. Leitão Filho, org.). 2th ed. Fapesp, São Paulo, p.125-141.
- CESTARO, L. A. & SOARES, J. J. 2004. Variações florísticas e estrutural e relações fitogeográficas de um fragmento de floresta decídua no Rio Grande do Norte, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 18: 203-218.
- COLEY, I. D. & BARONE, J. A. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 27: 305-35.
- DRUMMOND, G. M., MARTINS, C. S., MACHADO, A. B. M., SEBAIO, F. A.; & ANTONINI, Y. 2005. Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. 2th ed. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, p. 222.
- FELFILI, J. M., SILVA JUNIOR, M. C., DIAS, B. J. & REZENDE, A. V. 1999. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringes* (Mart.) Coville no cerrado sensu stricto da fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 22: 83-90.
- FERNANDES, A. 2002. Biodiversidade da caatinga. *In* Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil (E.L. Araújo, ed.). UFRPE, Recife, p. 42-43.
- FERRAZ, D. K., ARTES, R., MANTOVANI, W. & MAGALHÃES, L. M. 1999. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 59: 305-317.
- FONSECA, R. B. S., FUNCH, L. S. & BORBA, E. L. 2008. Reproductive phenology of *Melocactus* (Cactaceae) species from Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 31: 237-244.

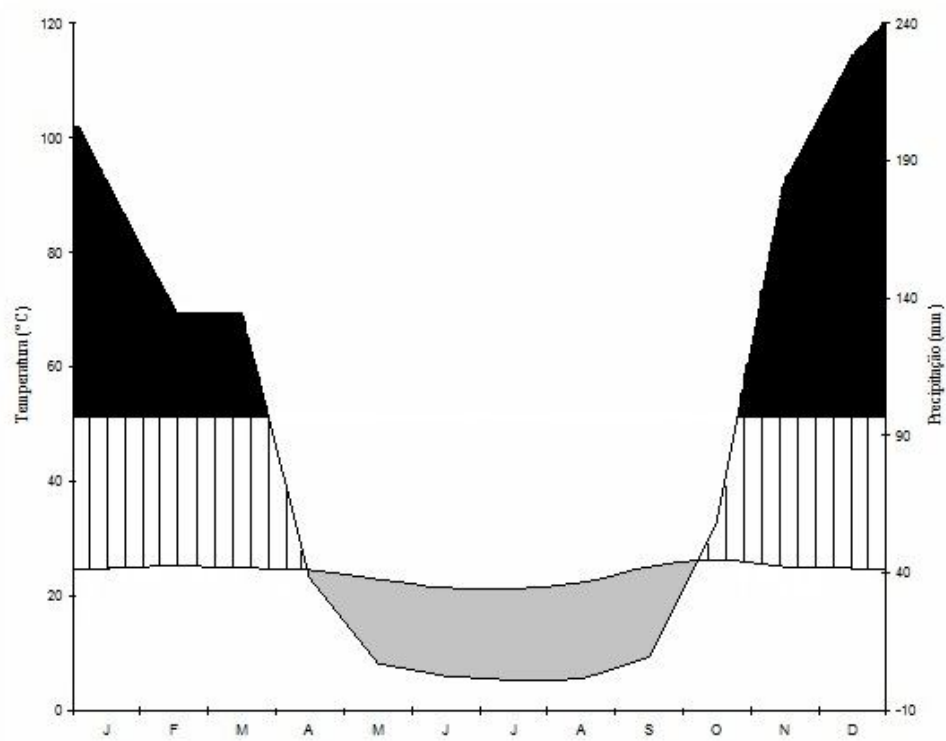
- FRANKIE, G. W.; BARKER, H. G. & OPLER, P. A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 62: 881-919.
- INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS. 2006. Áreas de proteção ambiental no estado de Minas Gerais: demarcação e estudos para o pré-zoneamento ecológico – APA do rio Pandeiros. Relatório técnico. Governo de Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 259.
- JUSTINIANO, M. J. & FREDERICKSEN, T. S. 2000. Phenology of tree species in Bolivian dry forests. *Biotropica* 32: 276-281.
- LENZA, E. & KLINK, C. A. 2006. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica* 29: 627-638.
- LOCATELLI, E. & MACHADO, I. C. 2004. Fenologia das espécies arbóreas de uma mata serrana (brejo de altitude) em Pernambuco, nordeste do Brasil. *In* Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação (J.P.J Cabral & M. Tabarelli, orgs.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 255-276.
- MACHADO, I. C. S., BARROS, L. M. & SAMPAIO, E. V. S. B. 1997. Phenology of Caatinga Species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. *Biotropica* 29: 57-68.
- MADEIRA, J. A. & FERNANDES, G. W. 1999. Reproductive phenology of sympatric taxa of *Chamaecrista* (Leguminosae) in Serra do Cipó, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 15: 463-479.
- MANTOVANI, M., RUSCHEL, A. R., REIS, M. S.; PUCHALSKI, A. & NODARI, R. O. 2003. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta atlântica. *Revista Árvore* 27: 451-458.
- MARQUES, M. C. M. & OLIVEIRA, P. E. A. M. 2004. Fenologia de espécies do dossel e do sub-bosque de duas florestas de restinga na Ilha do Mel, sul do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 713-723.
- MORELLATO, L. P. C., LEITÃO-FILHO, H. F., RODRIGUES, R. R. & JOLY, C. A. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiáí, São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia* 50: 149-162.
- MORELLATO, L. P. C., TALORA, D. C., TAKAHASI, A., BENCKE, C. S. C. ROMERA, E. C. & ZIPPARRO, V. 2000. Phenology of atlantic rain forest trees: a comparative study. *Biotropica* 32: 811-823.
- MORELLATO, L. P. C. 1992. Sazonalidade e dinâmica de ecossistemas florestais na Serra do Japi. *In* Historia natural da Serra do Japi. Ecologia e preservação de uma área de floresta no sudeste do Brasil (L.P.C. Morellato, org.). Unicamp/Fapesp, Campinas, p. 98-100.

- MURALY, K. S. & SUKUMAR, R. 1993. Leaf flushing phenology and herbivory in a tropical dry deciduous forest, southern Índia. *Oecologia* 94: 114-119.
- MURPHY, P. G. & LUGO, A. E. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 67-88.
- MYERS, N. 2000. Tropical rain forests and biodiversity. *In* Tropical ecosystems and ecological concepts (P.L. Osborne, org.). Cambridge University Press, Cambridge, p. 238-279.
- NEWSTRON, L. E., FRANKIE, G. W. & BAKER, H. G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26: 141-159.
- NUNES, Y. R. F., FAGUNDES, M., SANTOS, R. M., DOMINGUES, E. B. S., ALMEIDA, H. S. & GONZAGA, A. P. D. 2005. Atividades fenológicas em *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) em uma floresta estacional decidual no norte de Minas Gerais. *Lundiana* 6: 99-105.
- NUNES, Y. R. F., AZEVEDO, I. F. P., NEVES, W. V., VELOSO, M. D. M., SOUZA, R. A. S. & FERNANDES, G. W. 2009. Pandeiros: o pantanal mineiro. *MG Biota* 2: 4-17.
- OLIVEIRA, P. E. 1998. Fenologia e reprodução de espécies. *In* Cerrado matas de galeria (J.F. Ribeiro, org.). Embrapa, Brasília, p. 85-94.
- OLIVEIRA, P. E. A. M. 2008. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. *In* Cerrado ecologia e flora, volume 1 (S. M. Sano, S. P. Almeida, J. F. Ribeiro, orgs.). Embrapa, Brasília, p. 275-290.
- OLIVEIRA, P. E. A. M. & PAULA, F. R. 2001. Fenologia e biologia reprodutiva de plantas de Matas de Galeria. *In* Cerrado caracterização e recuperação de Matas de Galeria (J.F. Ribeiro, C.E.L. Fonseca, J. C. Sousa-Silva, orgs.). Embrapa, Planaltina, p.303-332.
- PEDRONI, F., SANCHEZ, M. & SANTOS, F. 2002. Fenologia de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. Leguminosae). *Revista Brasileira de Botânica* 25:183-194.
- PIRANI, F. R., SANCHEZ, M. & PEDRONI, F. 2009. Fenologia de uma comunidade arbórea em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 23:1096-1109.
- RAGUSA-NETTO, J. & SILVA, R. R. 2007. Canopy phenology of a dry forest in western Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 67: 569-575.
- REICH, P. B. & BORCHERT, R. 1984. Water stress tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 72: 61-74.
- REYS, P., GALETTI, M., MORELLATO, P. C. & SABINO, J. 2005. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no rio Formoso, Mato Grosso do Sul. *Biota Neotropica* 5: BN01205022005.

- RIZZINI, C.T. 1997. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. Âmbito Cultural Edições Ltda, Rio de Janeiro, p. 746.
- ROCHA, P. L. B., QUEIROZ, L. P. & PIRANI, J. R. 2004. Plant species and habitat structure in a sand dune field in the Brazilian. Caatinga: a homogeneous habitat harbouring an endemic biota. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 739-755.
- RODRIGUES, P. M. S., AZEVEDO, I. F. P., VELOSO, M. D. M., SANTOS, R. M., MENINO, G. C. O., NUNES, Y. R. F. & FEMANDES, G. W. 2009. Diversidade florística da vegetação ciliar do rio Pandeiros, norte de Minas Gerais. *MG Biota* 2: 18-35.
- SANO, S. M., ALMEIDA, S. P. & RIBEIRO, J. F. 2008. Cerrado ecologia e flora, volume 2. Embrapa, Brasília, p. 1.279.
- SANTOS, D. L. & TAKAKI, M. 2005. Fenologia de *Cedrela fissilis* Vell (Meliaceae) na região rural de Itirapina, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19: 625-632.
- SANTOS, R. M., VIEIRA, F. A., FAGUNDES, M., NUNES, Y. R. F. & GUSMÃO, E. 2007. Riqueza e similaridade florística de oito remanescentes florestais no norte de Minas Gerais, Brasil. *Revista Árvore* 31: 135-144.
- SLOAN, S. A., ZIMMERMAN, J. K. & SABAT, A. M. 2006. Phenology of *Plumeria alba* and its herbivores in a Tropical Dry Forest. *Biotropica* 39: 195-201.
- ZAR, J. H. 1996. Biostatistical analysis. 3th ed. Prentice-Hall, New Jersey.

Anexos

A



B

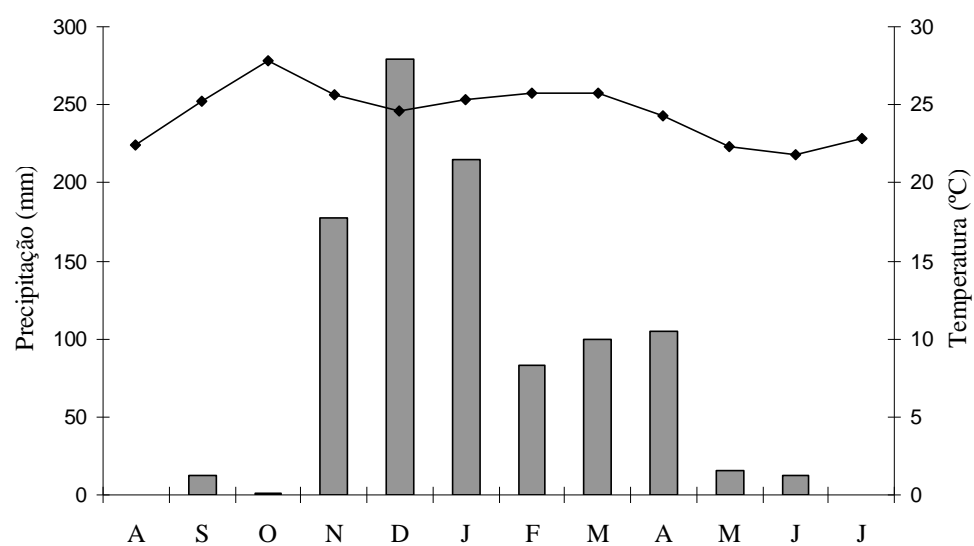


Figura 1. Dados climáticos da área de estudo obtidos na Estação Climatológica de Januária. A) diagrama climático de precipitação e temperatura dos anos de 1990 a 2009 e B) precipitação total e temperatura média mensais do período de agosto de 2008 a julho de 2009.

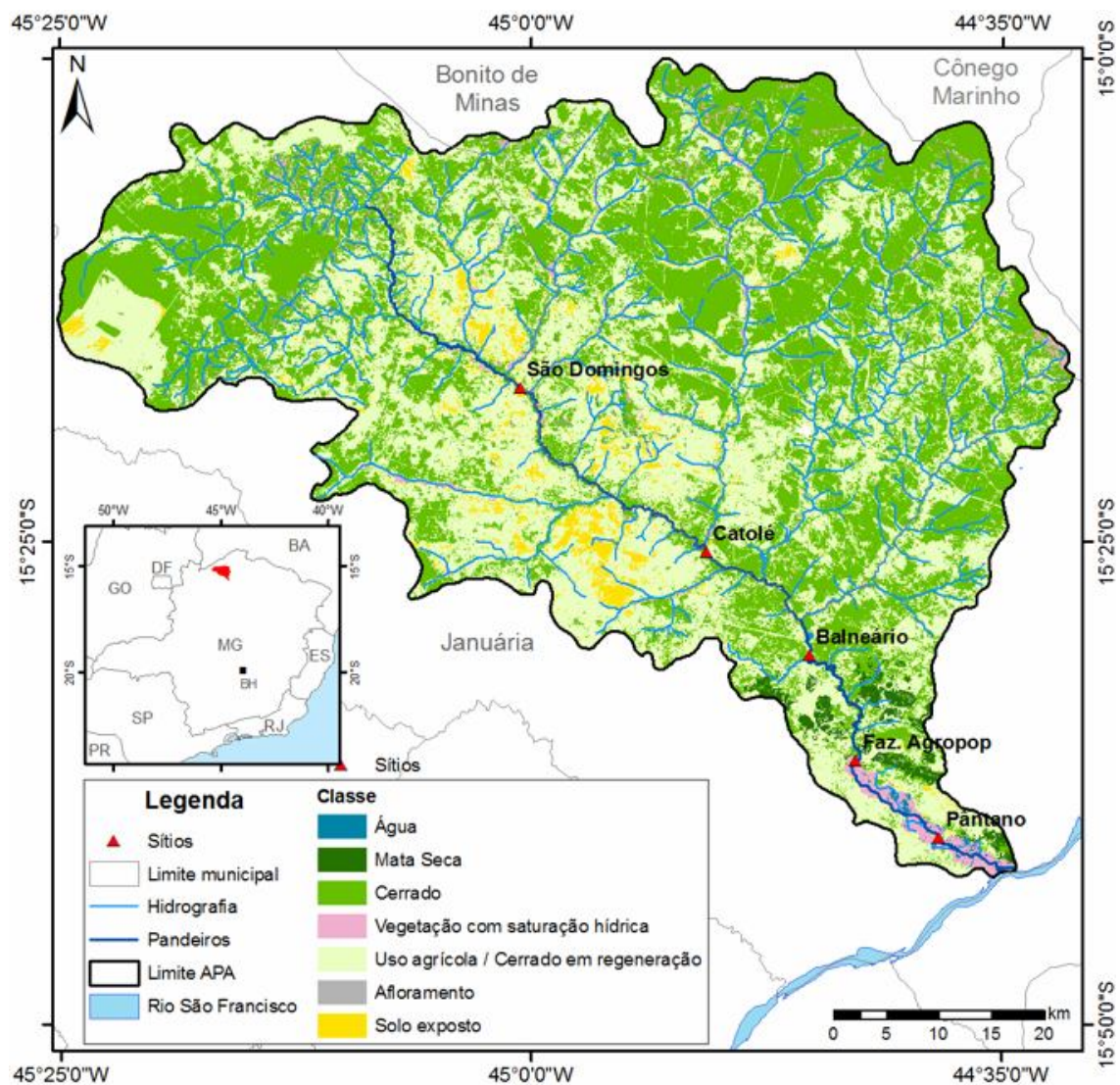


Figura 2. Localização dos sítios de estudo fenológico e caracterização da Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros (APA do Rio Pandeiros). Detalhe da localização da APA do Rio Pandeiros no norte do Estado de Minas Gerais.

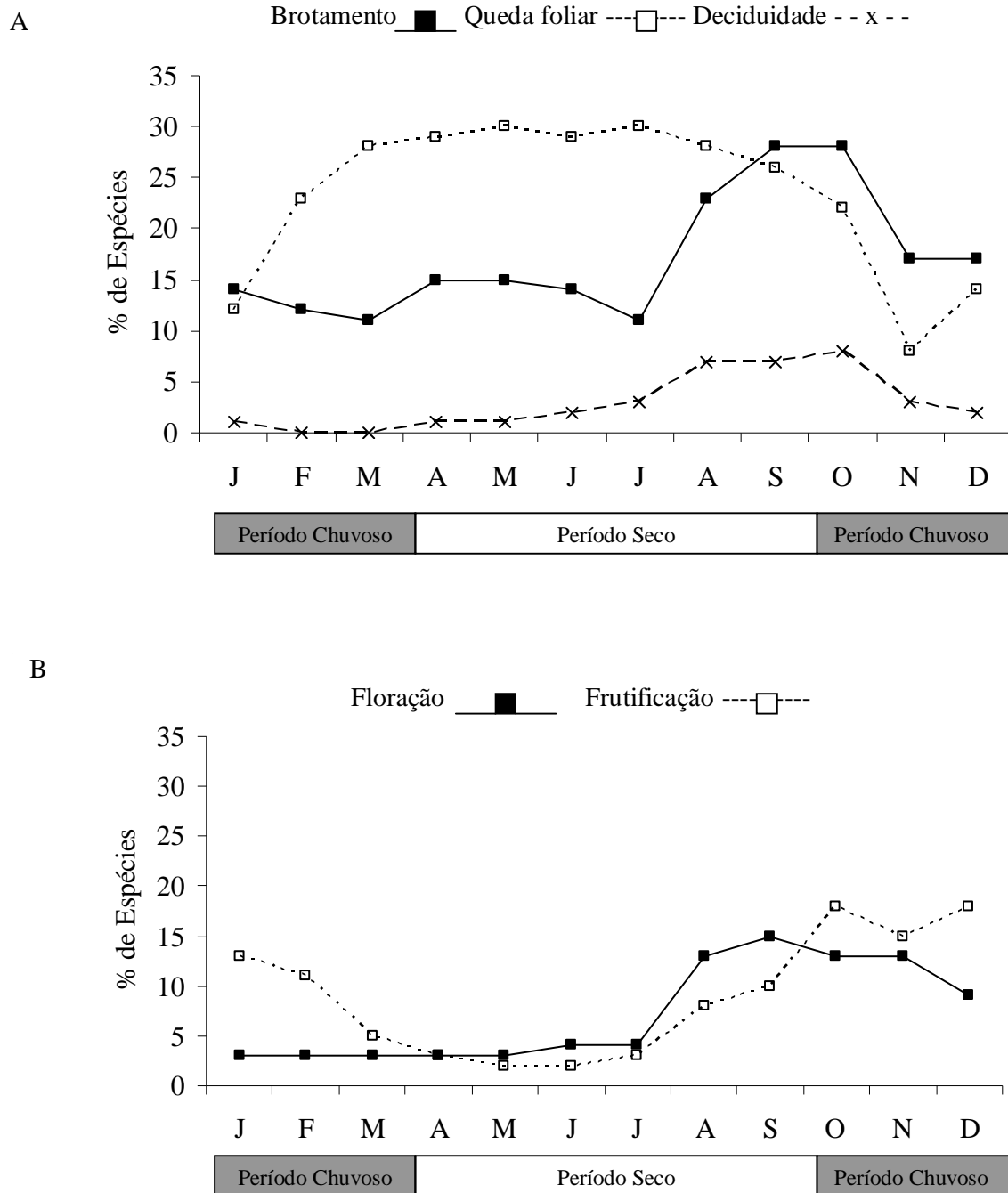


Figura 3. Porcentagem de espécies em brotamento, queda foliar, deciduidade (A) e em floração e frutificação (B) da vegetação ciliar do Rio Pandeiros, Minas Gerais, Brasil.

Tabela 1. Espécies selecionadas para o acompanhamento fenológico nos pontos de coleta: SD (São Domingos), C (Catolé), B (Balneário), A (Agropop) e P (Pântano), com o número dos indivíduos por espécie em cada sítio e o número total (Nt), o número de registro no Herbário Montes Claros (HMC) e a formação vegetal de ocorrência, de acordo com Sano *et al.* 2008.

| Família / Espécie | SD | C | B | A | P | Nt | HMC | Formação Vegetacional de Origem |
|--|----|----|----|----|----|----|-----|---|
| ANACARDIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng. | | 16 | 17 | | 20 | 53 | 266 | Mata Ciliar, Mata Seca e Cerrado. |
| <i>Tapirira guianensis</i> Aubl | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 80 | 34 | Mata Ciliar, Mata Seca, Cerrado e Vereda. |
| ANNONACEAE | | | | | | | | |
| <i>Annona montana</i> Macfad. | | | | 20 | | 20 | 419 | Mata Ciliar e Cerrado. |
| <i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart. | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 80 | 284 | Mata Ciliar, Mata Seca, Cerrado e Vereda. |
| CHRYSOBALANACEAE | | | | | | | | |
| <i>Hirtella glandulosa</i> Spreng. | 12 | | | | | 12 | 331 | Mata Ciliar, Cerrado e Campo Rupestre. |
| <i>Hirtella gracilipes</i> (Hook.f.) Prance | 20 | 20 | 20 | 20 | | 80 | 36 | Mata Ciliar e Cerrado. |
| <i>Licania rigida</i> Benth. | | | | | 20 | 20 | 420 | Mata Ciliar e Cerrado. |
| COMBRETACEAE | | | | | | | | |
| <i>Combretum duarteanum</i> Cambess. | | | | | 20 | 20 | 232 | Mata Seca e Cerrado. |
| DILLENIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Curatella americana</i> L. | 20 | 20 | 20 | | | 60 | 268 | Cerrado. |
| EUPHORBIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong | | | | 20 | | 20 | 30 | Mata Seca e Cerrado. |
| FABACEAE CAESALPINIOIDEAE | | | | | | | | |
| <i>Andira onthelmia</i> (Mart.) Benth. | | | | | 19 | 19 | 74 | Mata de Ciliar e Cerrado. |
| <i>Copaifera coriacea</i> Mart. | | 20 | | | | 20 | 264 | Mata Ciliar e Cerrado. |
| <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. | 13 | | 20 | | | 33 | 7 | Mata Ciliar e Cerrado. |
| <i>Hymenaea erioogyne</i> Benth. | | | 20 | | | 20 | 228 | Cerrado e Caatinga. |
| <i>Hymenaea martiana</i> Hayne | | | | | 20 | 20 | 276 | Mata Ciliar, Mata Seca e Cerrado. |
| <i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby | | | | | 17 | 17 | 293 | Mata Seca e Cerrado. |
| FABACEAE FABOIDEAE | | | | | | | | |
| <i>Machaerium acutifolium</i> Vogel | | 20 | | | 20 | 40 | 376 | Cerrado. |

continua

continuação

| Família / Espécie | SD | C | B | A | P | Nt | HMC | Formação Vegetacional de Origem |
|--|----|----|----|----|----|----|------|---|
| LAURACEAE | | | | | | | | |
| <i>Nectandra nitidula</i> Nees | | | | 19 | | 19 | 288 | Mata Ciliar. |
| MALPIGHIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss. | 8 | | 20 | 20 | | 48 | 12 | Cerrado. |
| MEMECYLACEAE | | | | | | | | |
| <i>Mouriri pusa</i> Gardner | | | | 20 | 20 | 40 | 289 | Cerrado. |
| MYRSINACEAE | | | | | | | | |
| <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) Roem. & Schult. | 20 | | | | | 20 | 418 | Mata Ciliar, Mata Seca e Cerrado. |
| MYRTACEAE | | | | | | | | |
| <i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg | | | | 18 | | 18 | 295 | Mata Ciliar, Cerrado e Vereda. |
| <i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC. | 20 | | | | 19 | 39 | 328 | Mata Ciliar, Mata Seca, Cerrado, Vereda, |
| <i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O.Berg | | | | 20 | | 20 | 32 | Mata Ciliar e Cerrado. |
| PROTEACEAE | | | | | | | | |
| <i>Euplassa rufa</i> (Loes.) Sleumer | | 19 | | | | 19 | 3233 | Cerrado e Campo Rupestre. |
| SAPINDACEAE | | | | | | | | |
| <i>Averrhoidium gardnerianum</i> Baill. | 20 | | 20 | | | 40 | 23 | Mata Ciliar, Cerrado, Caatinga. |
| <i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk. | | | 7 | | | 7 | 38 | Mata Ciliar, Mata Seca, Cerrado. |
| <i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil. | | 20 | | | | 20 | 13 | Mata Ciliar, Mata Seca, Cerrado. |
| URTICACEAE | | | | | | | | |
| <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul | | | | | 20 | 20 | 269 | Mata Ciliar, Mata Seca, Cerrado, Veredas. |
| VOCHYSIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Qualea multiflora</i> Mart. | | 20 | | | | 20 | 25 | Mata Ciliar, Cerrado, Vereda. |

Tabela 2. Época de ocorrência das fenofases de 30 espécies arbóreas da vegetação ciliar do rio Pandeiros (MG): 1-12 meses de ocorrência das fenofases de janeiro a dezembro; entre parênteses pico de atividade da fenofase; o hífen significa continuidade ou ausência e a vírgula interrupção do evento.

| Espécies | Brotamento | Queda foliar | Deciduidade | Floração | Frutificação |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------|-------------|--------------|
| <i>Astronium fraxinifolium</i> | 8-11 (9) | 4-7 (5-7) | 8-12 (8-9) | 8-9 (8) | 8-10 (9) |
| <i>Tapirira guianensis</i> | 4-12 (8) | 12-9 (4) | - | 9-11 (11) | 10-2 (12) |
| <i>Annona montana</i> | 8-12 (8) | 3-10, 12 (8) | 4-7 (7) | 9-2 (10,12) | 9-3 (12) |
| <i>Xylopia aromatica</i> | 1-12 (7-9) | 12-10 (5-6,8) | - | 9-12 (11) | 12-4 (2) |
| <i>Hirtella glandulosa</i> | 3,5-10 (9) | 1-12 (8) | - | 4-12 (9-10) | 10-12 (11) |
| <i>Hirtella gracilipes</i> | 3-9,12 (4,8-9) | 12-9 (1-2,4-5,7-9) | - | 6-12 (9-10) | 11-12 (12) |
| <i>Licania rigida</i> | 5,7-10 (8) | 3-7,9-10,12 (5) | - | 8-10 (9) | 10-2 (11) |
| <i>Combretum duarteanum</i> | 4-5,11-12 (11) | 2-9,12 (5-6,8-9) | 7,10-11 (10) | 11 (11) | 9 (9) |
| <i>Curatella americana</i> | 8-5 (9) | 2-10,12 (5-8) | - | 8-9 (9) | 10-12 (10) |
| <i>Sapium glandulosum</i> | 9-10,12-2 (10) | 3-8,12-1 (5) | 8-10 (8) | 10-12 (11) | 12-3 (1) |
| <i>Andira vermifuga</i> | 4,8-11 (9) | 2-11 (3,6-7) | 8 (8) | 8 (8) | 8-12 (8) |
| <i>Copaifera coriacea</i> | 5-6,8-3 (11) | 3-10 (9) | - | 1-3 (1) | 6-8 (6,8) |
| <i>Copaifera langsdorffii</i> | 5-11,1-2 (8) | 12-10 (9) | - | 12 (12) | 2 (2) |
| <i>Hymenaea eriogyne</i> | 3-4,6-10 (9) | 2-10 (4-5) | - | - | 8 (8) |
| <i>Hymenaea martiana</i> | 9-10 (9) | 5-8 (8) | - | - | - |
| <i>Senna spectabilis</i> | 5,9-1 (10) | 2-8 (5) | 6-10 (8) | 1-5 (3) | 3-7 (5) |
| <i>Machaerium acutifolium</i> | 12-6,8,10 (1) | 2-10 (8) | 8-10 (9) | - | 8 (8) |
| <i>Nectandra nitidula</i> | 8-10,1,5 (9) | 3-11 (5,8) | - | 10 (10) | 8-10 (9) |
| <i>Byrsonima pachyphylla</i> | 1-12 (9) | 1-12 (4-7) | - | 8-12 (11) | 10-2 (11) |
| <i>Mouriri pusa</i> | 1-10 (8) | 2-10 (4,8) | - | 8-9 (9) | 9-1 (10-11) |
| <i>Myrsine coriacea</i> | 7-10,12 (7) | 1-12 (5,7,9) | - | 6-11 (7) | 8-12 (8) |
| <i>Blepharocalyx salicifolius</i> | 1-2, 5-6, 8-10 (8) | 2-10 (8) | 10 (10) | 8-9 (9) | 10-2 (10) |
| <i>Myrcia tomentosa</i> | 4,8-12 (9) | 1-9 (8-9) | - | 9-11 (9) | 10-2 (11) |
| <i>Myrciaria floribunda</i> | 2,4,6,8-11 (11,4) | 2-10 (9) | - | 11-12 (11) | 12 (12) |
| <i>Euplassa rufa</i> | 4,6-10 (8) | 1-12 (3,7-8) | - | 8-11 (9) | 10-1 (10) |
| <i>Averrhoidium gardnerianum</i> | 3,8-12 (10-11) | 2-10 (7) | 9 (9) | 11-12 (11) | 1-5 (1) |
| <i>Dilodendron bipinnatum</i> | 9-11 (10) | 1-11 (8) | - | - | 10 (10) |
| <i>Magonia pubescens</i> | 6,8-10,12-4 (9) | 2-5,7-11 (7) | 8-9 (8) | 8-10 (8-9) | 9-1 (1) |
| <i>Cecropia pachystachya</i> | 8-1 (8-9) | 12-10 (3,7) | 8-1 (8,10) | 8 (8) | 9-2 (11) |
| <i>Qualea multiflora</i> | 4,9-2 (10) | 2-10,12 (8) | - | 3-7 (4) | 7-10 (8) |

Tabela 3. Correlações de Spearman (com $p < 0,05$) entre as fenofases vegetativas (Bro – brotamento, Q fo – queda foliar, Dec – decíduidade) e as variáveis climáticas (precipitação, temperatura e umidade relativa do ar) de 30 espécies arbóreas da vegetação ciliar do rio Pandeiros, norte de Minas Gerais.

| ESPÉCIES | Precipitação | | | Temperatura | | | Umidade | | |
|-----------------------------------|--------------|-------|-------|-------------|-------|-------|---------|------|-------|
| | Bro | Q fo | Dec | Bro | Q fo | Dec | Bro | Q fo | Dec |
| <i>Astronium fraxinifolium</i> | | | | | -0,80 | -0,70 | -0,70 | | -0,80 |
| <i>Tapirira guianensis</i> | | | | 0,88 | 0,64 | | | | |
| <i>Annona montana</i> | | | | -0,70 | 0,60 | 0,83 | | | |
| <i>Xylopia aromatica</i> | 0,63 | | | 0,99 | | | 0,58 | 0,60 | |
| <i>Hirtella gracilipes</i> | | | | 0,70 | 0,99 | | | | |
| <i>Licania rigida</i> | | | | | 0,74 | | -0,70 | | |
| <i>Combretum duarteanum</i> | | | | 0,58 | | | | | |
| <i>Curatella americana</i> | | -0,60 | | | | | 0,63 | | |
| <i>Sapium glandulosum</i> | | | -0,80 | | 0,80 | -0,70 | | | |
| <i>Copaifera coriacea</i> | | -0,60 | | | | | | | |
| <i>Copaifera langsdorffii</i> | -0,90 | -0,70 | | 0,62 | 0,62 | | -0,90 | | |
| <i>Hymenaea erioogyne</i> | 0,53 | 0,57 | | | | | | 0,60 | |
| <i>Hymenaea martiana</i> | | | | | | | -0,60 | | |
| <i>Senna spectabilis</i> | | | -0,80 | | 0,74 | | | | -0,80 |
| <i>Machaerium acutifolium</i> | | | -0,70 | | 0,80 | -0,70 | | | -0,70 |
| <i>Byrsonima pachyphylla</i> | 0,82 | | | 0,79 | 0,93 | | 0,74 | | |
| <i>Mouriri pusa</i> | | | | 0,71 | 0,71 | | | | |
| <i>Myrsine coriacea</i> | -0,60 | | | | | | | | |
| <i>Blepharocalyx salicifolius</i> | | | | | 0,78 | | | | |
| <i>Myrcia tomentosa</i> | -0,70 | | | | 0,88 | | -0,80 | | -0,60 |
| <i>Myrciaria floribunda</i> | | | | | 0,57 | | | | |
| <i>Euplassa rufa</i> | | 0,73 | | | | | 0,58 | | |
| <i>Averrhoidium gardnerianum</i> | | -0,80 | | -0,60 | | | | | |
| <i>Dilodendron bipinnatum</i> | | | | -0,60 | | | | | |
| <i>Magonia pubescens</i> | | | | | | -0,60 | | | |
| <i>Cecropia pachystachya</i> | | | | -0,70 | 0,92 | -0,70 | | | |
| <i>Qualea multiflora</i> | | | | | 0,85 | | | | |

Tabela 4. Correlações de Spearman (com $p < 0,05$) entre as fenofases reprodutivas (Bot – botão floral, Ant – antese, F im – fruto imaturo, F ma – fruto maduro) e as variáveis climáticas (precipitação, temperatura e umidade relativa do ar) de 30 espécies arbóreas da vegetação ciliar do rio Pandeiros, norte de Minas Gerais.

| ESPÉCIES | Precipitação | | | | Temperatura | | | | Umidade | | | |
|-----------------------------------|--------------|-------|-------|------|-------------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|
| | Bot | Ant | F im | F ma | Bot | Ant | F im | F ma | Bot | Ant | F im | F ma |
| <i>Astronium fraxinifolium</i> | | | | | | | -0,70 | -0,70 | | | | -0,80 |
| <i>Tapirira guianensis</i> | | | 0,60 | | -0,80 | -0,60 | | | -0,70 | | 0,83 | |
| <i>Xylopia aromatica</i> | | | 0,66 | | -0,70 | | | | | | 0,82 | |
| <i>Hirtella gracilipes</i> | -0,80 | -0,70 | | | | -0,80 | -0,60 | | -0,80 | -0,70 | | |
| <i>Licania rigida</i> | | | | | -0,70 | -0,70 | | | -0,80 | -0,80 | | |
| <i>Curatella americana</i> | | -0,60 | | | -0,60 | -0,60 | -0,70 | -0,80 | | | -0,80 | |
| <i>Sapium glandulosum</i> | | | | | | | | | | | | 0,58 |
| <i>Andira vermifuga</i> | | | | | | | -0,70 | | | | | |
| <i>Copaifera coriacea</i> | | | -0,70 | | | | | | | | | |
| <i>Hymenaea eriogyne</i> | | | 0,57 | | | | | | | | 0,79 | |
| <i>Senna spectabilis</i> | 0,61 | | 0,58 | | | 0,89 | 0,58 | 0,76 | 0,63 | 0,59 | | |
| <i>Nectandra nitidula</i> | | | | | | | -0,70 | | | | | |
| <i>Byrsonima pachyphylla</i> | | | | | -0,80 | | | | | | | |
| <i>Mouriri pusa</i> | | | | | -0,60 | -0,60 | -0,60 | | | | -0,80 | |
| <i>Myrsine coriacea</i> | -0,80 | -0,80 | | | | | -0,60 | | -0,80 | -0,80 | | |
| <i>Blepharocalyx salicifolius</i> | | | | | -0,60 | | | | | | | |
| <i>Myrcia tomentosa</i> | | | | | -0,60 | -0,60 | | | | | | |
| <i>Euplassa rufa</i> | | | | | -0,70 | -0,80 | | | -0,80 | -0,70 | | |
| <i>Averrhoidium gardnerianum</i> | 0,57 | | 0,63 | 0,83 | | | | | | | 0,64 | 0,66 |
| <i>Dilodendron bipinnatum</i> | | | | | -0,70 | | | | | | | |
| <i>Magonia pubescens</i> | | | | | -0,70 | | | | -0,80 | -0,60 | | |
| <i>Qualea multiflora</i> | | | -0,70 | | 0,57 | 0,59 | | | | | -0,60 | -0,60 |

