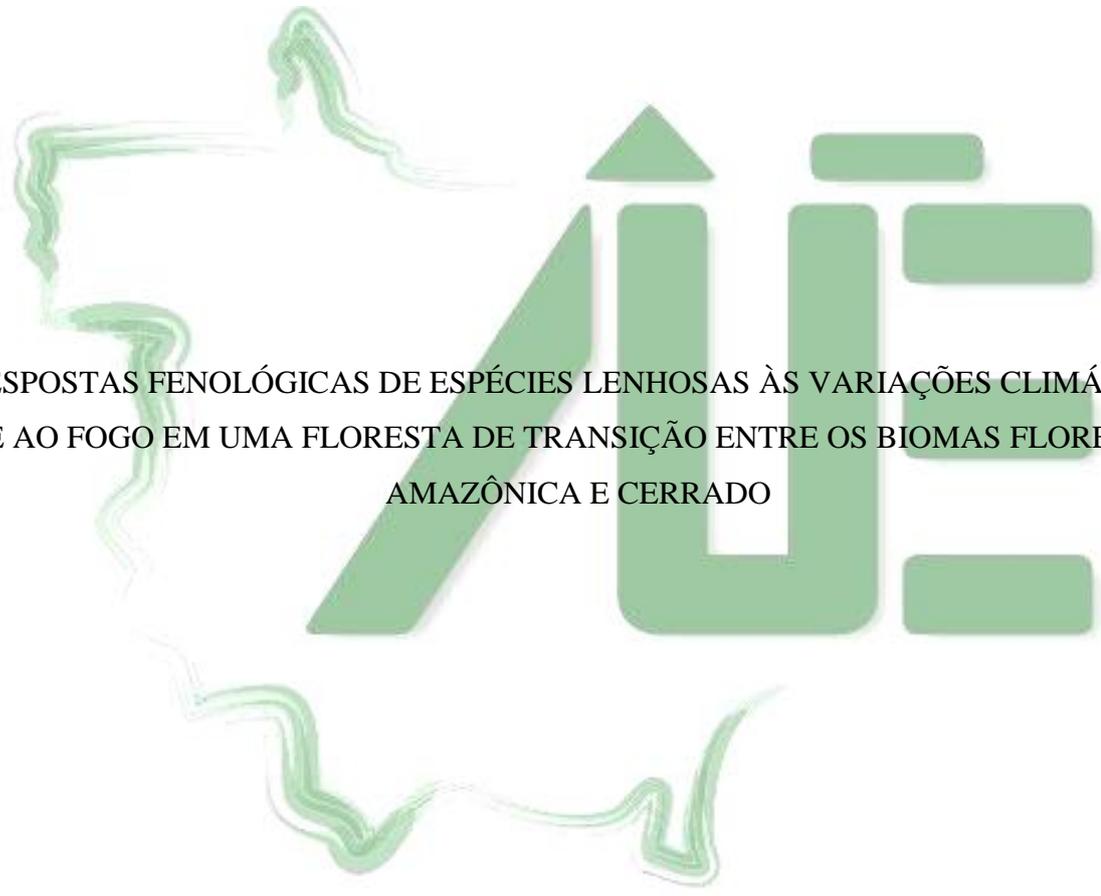


ORIALES ROCHA PEREIRA



RESPOSTAS FENOLÓGICAS DE ESPÉCIES LENHOSAS ÀS VARIAÇÕES CLIMÁTICAS  
E AO FOGO EM UMA FLORESTA DE TRANSIÇÃO ENTRE OS BIOMAS FLORESTA  
AMAZÔNICA E CERRADO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós - Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso como requisito parcial à obtenção do título de “Mestre”.

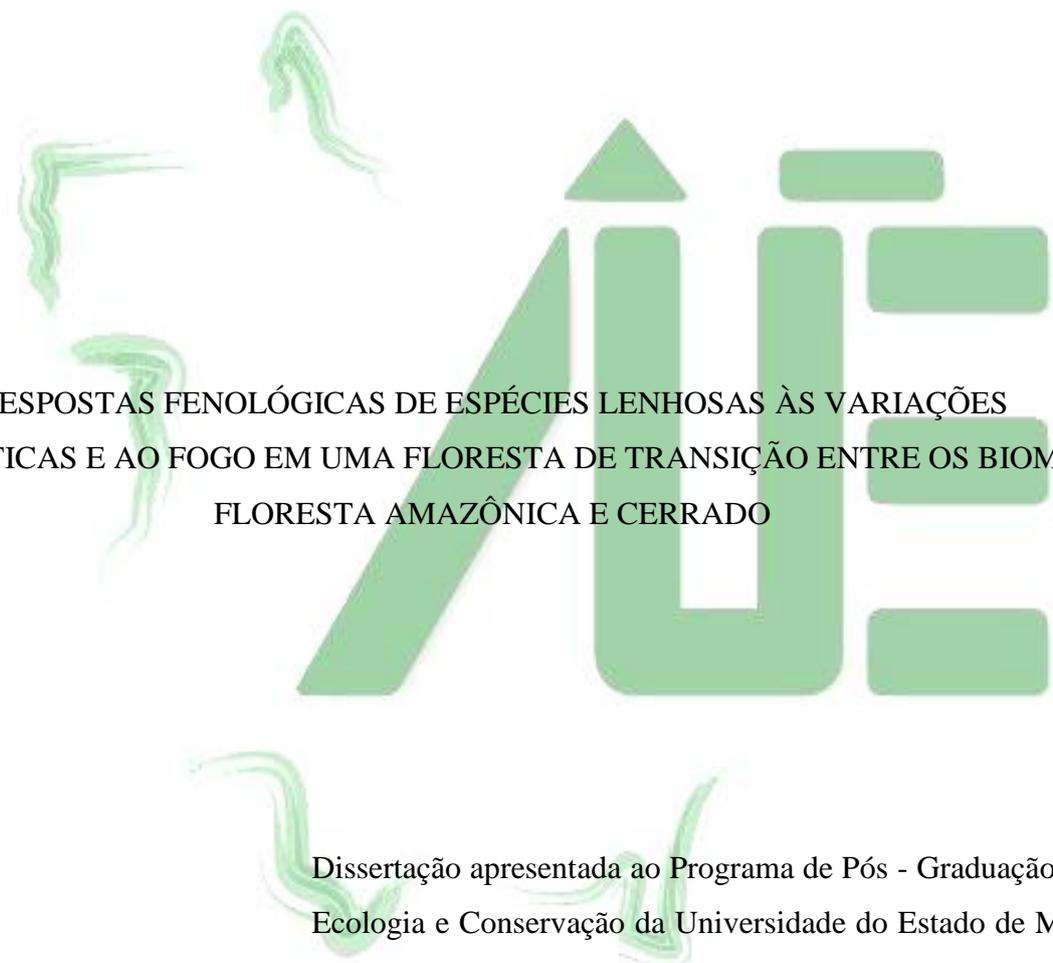
Orientador: Dr. Eddie Lenza de Oliveira.

Co-orientador: Dr. Paulo Brando.

NOVA XAVANTINA  
MATO GROSSO – BRASIL

2012

ORIALES ROCHA PEREIRA



RESPOSTAS FENOLÓGICAS DE ESPÉCIES LENHOSAS ÀS VARIAÇÕES  
CLIMÁTICAS E AO FOGO EM UMA FLORESTA DE TRANSIÇÃO ENTRE OS BIOMAS  
FLORESTA AMAZÔNICA E CERRADO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós - Graduação em  
Ecologia e Conservação da Universidade do Estado de Mato  
Grosso como requisito parcial à obtenção do título de  
“Mestre”.

Orientador: Dr. Eddie Lenza de Oliveira.

Co-orientador: Dr. Paulo Brando.

NOVA XAVANTINA  
MATO GROSSO – BRASIL

2012

ii

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**GPT/BC/UFG**

P436r Pereira, Oriales Rocha.  
Respostas fenológicas de espécies lenhosas às variações climáticas e ao fogo em uma floresta de transição entre os biomas Floresta Amazônica e Cerrado. [manuscrito] / Oriales Rocha Pereira. - 2012.  
xx, 138 f.: figs, tabs.

Orientador: Prof. Dr. Eddie Lenza de Oliveira; Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Brando.

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, 2012.

Bibliografia.

1. Fenologia – Espécies lenhosas – Querência (MT). 2. Fenologia – Espécies lenhosas – Fogo. 3. Floresta de Transição. 4. Mudanças climáticas. I. Título.

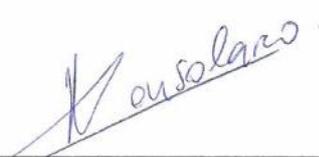
CDU: 581.54(817.2)

RESPOSTAS FENOLÓGICAS DE ESPÉCIES LENHOSAS ÀS VARIAÇÕES  
CLIMÁTICAS E AO FOGO EM UMA FLORESTA DE TRANSIÇÃO ENTRE OS  
BIOMAS FLORESTA AMAZÔNICA E CERRADO

ORIALES ROCHA PEREIRA

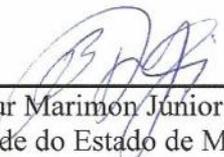
Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da  
Universidade do Estado de Mato Grosso como requisito parcial a obtenção do título de  
“Mestre”.

Aprovada em 23 de julho de 2012, pela banca examinadora:



---

Dr. Hélder Nagai Consolaro  
Universidade Federal de Goiás - UFG  
Departamento de Ciências Biológicas  
Membro Titular



---

Dr. Ben Hur Marimon Junior  
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT  
Departamento de Ciências Biológicas e PPG em Ecologia e Conservação  
Membro Titular



---

Dr. Eddie Lenza de Oliveira  
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
Departamento de Ciências Biológicas e PPG em Ecologia e Conservação  
Orientador

Ao meu filho Richard e a minha  
mãe Isabel, Dedico.

## Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por mais esta etapa concluída. São nos momentos difíceis que vemos o quanto ele está ao nosso lado.

Agradeço ao meu filho Richard Rocha Cecon, pela paciência, compreensão, pelo companheirismo, amor, carinho, por existir em minha vida e me fazer tão feliz. Amo você meu filho lindo.

Agradeço a minha mãe Isabel Rocha, pela paciência, compreensão, ajuda, pelo amor, carinho, atenção e dedicação para com esta família. Amo você mamãe.

Agradeço ao meu pai Wilson Pereira, esposa, irmãos e avós que sempre me apoiaram.

Agradeço à Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, por mais uma vez estar presente na minha vida acadêmica, oportunizando mais um degrau na caminhada do conhecimento.

À FAPEMAT, pela concessão de bolsa de estudo, que possibilitou realizar o desenvolvimento deste estudo.

Ao Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM, pela oportunidade de trabalhar com a Fenologia do Projeto Savanização.

Aos técnicos de campo do IPAM, que participaram das coletas mensais e em particular ao seu Bate, pelo cuidado e atenção nestas coletas.

Ao INMET, por disponibilizar os dados meteorológicos da região de Canarana-MT.

Agradeço ao meu orientador, o professor Dr. Eddie Lenza de Oliveira, pelo apoio, paciência, orientação, empenho, tempo dedicado, ajuda, conhecimento transmitido e acima de tudo pela amizade.

Ao meu co-orientador, Dr. Paulo Brando, por oportunizar a realização do trabalho com a Fenologia do Projeto Savanização.

Agradeço aos membros da banca de qualificação, professores, Dr. Eddie Lenza de Oliveira, Dra. Beatriz Schwantes Marimon e Dr. Ben Hur Marimon Júnior que contribuíram com suas correções e sugestões para o enriquecimento deste trabalho.

Aos membros da banca de defesa, professores, Dr. Hélder Nagai Consolaro, Dr. Ben Hur Marimon Júnior e Dr. Eddie Lenza de Oliveira, que contribuíram com suas sugestões e correções para melhorar o trabalho.

Aos professores que compõem o PPG em Ecologia e Conservação, em especial aos que ministraram disciplinas as quais cursei, pois contribuíram para a ampliação de meus conhecimentos.

Aos amigos que junto comigo formaram a terceira turma do PPG em Ecologia e Conservação da UNEMAT, *Campus* de Nova Xavantina, pela parceria, trabalhos desenvolvidos e convivência durante essa caminhada.

Agradeço a todos os amigos que trabalham no Herbário NX, pelo apoio, pelos momentos de convivência, trabalhos realizados junto, aprendizagem coletiva e as amizades ali construídas.

Ao Sr. Bate por toda a atenção com a coleta fenológica mensal e aos demais técnicos, colaboradores e pesquisadores que compõem a equipe do IPAM no *Campus* Darro.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho e para o crescimento do meu conhecimento.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS CAPÍTULO 1.....	x
LISTA DE TABELAS CAPÍTULO 2.....	x
LISTA DE FIGURAS CAPÍTULO 1.....	xi
LISTA DE FIGURAS CAPÍTULO 2.....	xiii
RESUMO GERAL.....	xvii
GENERAL ABSTRACT.....	xix
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAL.....	7
CAPÍTULO I – TÍTULO.....	15
RESUMO.....	16
ABSTRACT.....	17
1. INTRODUÇÃO.....	18
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
2.1. Área de estudo.....	21
2.2. Coleta de dados.....	24
2.2.1. Dados fenológicos.....	24
2.2.2. Dados climáticos.....	24
2.3. Análise dos dados.....	25
2.3.1. Dados fenológicos.....	25
2.3.2. Dados climáticos.....	27
3. RESULTADOS.....	27
3.1. Dados climáticos.....	27
3.2. Comportamento fenológico das espécies em conjunto.....	30
3.3. Comportamento fenológico específico.....	33
3.4. Comportamento fenológico reprodutivo das espécies.....	38
3.5. Relação entre fenofases e variáveis climáticas.....	42
4. DISCUSSÃO.....	46
5. CONCLUSÃO.....	51
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
CAPÍTULO II – TÍTULO.....	64
RESUMO.....	65

ABSTRACT.....	66
1. INTRODUÇÃO.....	67
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	69
2.1 – Área de estudo.....	69
2.2 - Dados climáticos.....	72
2.3 – Experimentação com o fogo.....	72
2.4 - Coleta de dados fenológicos.....	72
2.5 - Análise dos dados.....	73
2.5.1 – Dados climáticos.....	73
2.5.2 – Dados fenológicos.....	74
3. RESULTADOS.....	74
3.1 - Dados climáticos.....	74
3.2 – Dados fenológicos vegetativos.....	75
3.3 – Dados fenológicos reprodutivos.....	84
4. DISCUSSÃO.....	91
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
ANEXOS.....	106

## LISTA DE TABELAS CAPÍTULO 1

**Tabela 1** - Precipitação média mensal no município de Canarana, Estado de Mato Grosso, localizada cerca de 70 km da área de estudo na Fazenda Tanguro, entre maio de 2004 e abril de 2011. Área cinza representa o período seco. Fonte:INMET, Estação meteorológica (OMM 83270).....30

**Tabela 2** - Comportamentos fenológicos vegetativos, reprodutivos e síndromes de dispersão de 12 espécies observadas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana - MT. Em: N = número de indivíduos, PREC = precoce, TARD = tardia, RETA = retardada, CONT = contínuo, SUBA = subanual, ANUA = anual, SUPR = supra-anual, BREV = breve, INTE = intermediário, EXTE = extenso, ANEM = anemocórica, ZOOC = zoocórica e BARO = barocórica.....34

## LISTA DE TABELAS CAPÍTULO 2

**Tabela 1** - Espécies lenhosas acompanhadas no estudo fenológico sob diferentes regimes de fogo em uma Floresta Transicional Floresta Amazônica – Cerrado, Fazenda Tanguro, Querência - MT. N = número de indivíduos; CO = sítio controle (sem queimadas); Q3 = sítio com queimada trienal; Q1 = sítio com queimada anual; TOT = total de indivíduos.....73

**Tabela 2.** Dados referentes à análise de ANOVA de Medidas Repetidas para as 12 espécies lenhosas observadas na Fazenda Tanguro, município de Querência – MT, entre os três sítios experimentais, onde: CON – controle, QUE1 – queimada anual e QUE3 – queimada trienal, para folha nova e folha madura.....80

**Tabela 3.** Dados referentes à análise de ANOVA de Medidas Repetidas para as 12 espécies lenhosas observadas na Fazenda Tanguro, município de Querência – MT, entre os três sítios experimentais, onde: CON – controle, QUE1 – queimada anual e QUE3 – queimada trienal, para floração e frutificação.....91

## LISTA DE FIGURAS CAPÍTULO 1

**Figura 1** – A) Localização da Fazenda Tanguro, no “Arco do Desmatamento”, no município de Querência, estado de Mato Grosso (Oliveira & Santos 2010); B) mapa com localização da Fazenda Tanguro (linha amarela) e dos três sítios experimentais (linha preta), Estado de Mato Grosso, sendo em I: sítio controle, II: queimadas trienais e III: queimadas anuais (Fonte: adaptado de <http://www.ipam.org.br/galerias/fotos?id=16>).....23

**Figura 2** - Climatograma, entre os meses de maio de 2004 e abril de 2011, para o município de Canarana, Estado de Mato Grosso, localizada cerca de 70 km da área de estudo na Fazenda Tanguro, sendo: em A: ■ precipitação, ◆ umidade, ● temperatura máxima, ▼ temperatura média, ○ temperatura mínima e, em B: ○ insolação e ● DPV. Fonte: INMET, Estação meteorológica (OMM 83270).....29

**Figura 3** - Proporção de indivíduos (A e C) e índice de intensidade de Fournier (B e D) de 12 espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana - MT. Em A e B eventos vegetativos (folha jovem = ●; folha madura = ○) e em C e D eventos reprodutivos (flor = ▲ e fruto = △). A área cinza representa o período seco.....32

**Figura 4** – Índice de intensidade de Fournier (%) para folhas maduras (○) e jovens (●) de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana – MT. Em (■) período seco.....35

**Figura 5** – Índice de intensidade de Fournier (%) para folhas maduras (○) e jovens (●) de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana – MT. Em (■) período seco.....36

**Figura 6** – Índice de intensidade de Fournier (%) para folhas maduras (○) e jovens (●) de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana – MT. Em (■) período seco.....37

**Figura 7** – Índice de intensidade de Fournier das fenofases reprodutivas floração (—■—) e frutificação (--□--) de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana – MT. Em ( ) período seco.....39

**Figura 8** – Índice de intensidade de Fournier das fenofases reprodutivas floração (—■—) e frutificação (--□--) de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana – MT. Em ( ) período seco.....40

**Figura 9** – Índice de intensidade de Fournier das fenofases reprodutivas floração (—■—) e frutificação (--□--) de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana – MT. Em ( ) período seco.....41

**Figura 10** - Ordenação das variáveis climáticas correlacionadas com os eventos de folha nova de 12 espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana – MT. Em: Prec = precipitação, Umid = umidade, Insol = insolação, Temp\_max = temperatura máxima, Temp\_méd = temperatura média, Temp\_min = temperatura mínima e DPV = déficit de pressão de vapor.....43

**Figura 11** - Ordenação das variáveis climáticas correlacionadas com os eventos de folha madura de 12 espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana – MT. Em: Prec = precipitação, Umid = umidade, Insol = insolação, Temp\_max = temperatura máxima, Temp\_méd = temperatura média, Temp\_min = temperatura mínima e DPV = déficit de pressão de vapor.....44

**Figura 12** - Ordenação das variáveis climáticas correlacionadas com os eventos de floração de 12 espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana – MT. Em: Prec = precipitação, Umid

= umidade, Insol = insolação, Temp\_max = temperatura máxima, Temp\_méd = temperatura média, Temp\_min = temperatura mínima e DPV = déficit de pressão de vapor.....45

**Figura 13** - Ordenação das variáveis climáticas correlacionadas com os eventos de frutificação de 12 espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana – MT. Em: Prec = precipitação, Umid = umidade, Insol = insolação, Temp\_max = temperatura máxima, Temp\_med = temperatura média, Temp\_min = temperatura mínima e DPV = déficit de pressão de vapor.....46

## LISTA DE FIGURAS CAPÍTULO 2

**Figura 1.** Localização da Fazenda Tanguro no “Arco do Desmatamento”, no município de Querência, Estado de Mato Grosso. Fonte: Oliveira & Santos 2010.....70

**Figura 2.** Mapa com localização da Fazenda Tanguro (linha amarela) e dos três sítios experimentais no Estado de Mato Grosso (linha preta), Estado de Mato Grosso, sendo em I: sítio controle, II: queimadas trienais e III: queimadas anuais (Fonte: adaptado de <http://www.ipam.org.br/galerias/fotos?id=16>).....71

**Figura 3.** Vista aérea do sítio de estudo, mostrando parcialmente as três áreas experimentais (linhas vermelhas) durante uma queimada experimental, Fazenda Tanguro, Querência - MT. Da esquerda para a direita: controle, queimada trienal e queimada anual. Fonte: <http://www.ipam.org.br/galerias/fotos?id=16> .....71

**Figura 4** - Climatograma, entre os meses de maio de 2004 e abril de 2011, para o município de Canarana, Estado de Mato Grosso, localizada cerca de 70 km da área de estudo na Fazenda Tanguro, sendo: em ■ precipitação, ◆ umidade, ● temperatura máxima, ▼ temperatura média, ○ temperatura mínima. Fonte: INMET, Estação meteorológica (OMM 83270).....75

**Figura 5** – Índice de intensidade de Fournier (%) de folha nova de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (●) sítio controle; (-○-) queimada a cada três anos e em (--▼--) queimada anualmente. Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (\_\_\_\_).....77

**Figura 6** – Índice de intensidade de Fournier (%) de folha nova de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (●) sítio controle; (-○-) queimada a cada três anos e em (--▼--) queimada anualmente. Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (\_\_\_\_).....78

**Figura 7** – Índice de intensidade de Fournier (%) de folha nova de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (●) sítio controle; (-○-) queimada a cada três anos e em (--▼--) queimada anualmente. Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (\_\_\_\_).....79

**Figura 8** – Índice de intensidade de Fournier (%) de folhas madura de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (●) sítio controle; (-○-) queimada a cada três anos e em (--▼--) queimada anualmente. Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (\_\_\_\_).....81

**Figura 9** – Índice de intensidade de Fournier (%) de folha madura de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (●) sítio controle; (-○-) queimada a cada três anos e em (--▼--) queimada anualmente. Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (\_\_\_\_).....82

**Figura 10** – Índice de intensidade de Fournier (%) de folhas madura de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica,

Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (●) sítio controle; (○) queimada a cada três anos e em (▼) queimada anualmente. Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (—).....83

**Figura 11** – Índice de intensidade de Fournier (%) de floração de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (●) sítio controle; (○) queimada a cada três anos e em (▼) queimada anualmente. Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (—).....85

**Figura 12** – Índice de Intensidade de Fournier (%) de floração de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (●) sítio controle; (○) queimada a cada três anos e em (▼) queimada anualmente. Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (—).....86

**Figura 13** – Índice de Intensidade de Fournier (%) de floração de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (●) sítio controle; (○) queimada a cada três anos e em (▼) queimada anualmente. Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (—).....87

**Figura 14** – Índice de intensidade de Fournier (%) de frutificação de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (●) sítio controle; (○) queimada a cada três anos e em (▼) queimada anualmente. Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (—).....88

**Figura 15** – Índice de intensidade de Fournier (%) de frutificação de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (●) sítio

controle; (-o-) queimada a cada três anos e em (-▼-) queimada anualmente.  
Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (\_\_\_\_).....89

**Figura 16** – Índice de intensidade de Fournier (%) de frutificação de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (-●-) sítio controle; (-o-) queimada a cada três anos e em (-▼-) queimada anualmente. Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (\_\_\_\_).....90

## Resumo geral

Fenologia é o estudo das relações entre comportamento vegetativo e reprodutivo das espécies com fatores bióticos como herbívoros, polinizadores e dispersores e abióticos, como solos, clima e fogo, proporcionando informações para planejamento de atividades conservacionistas e de recuperação. De maio de 2005 a dezembro de 2011 realizou-se um estudo fenológico com 570 indivíduos adultos de 12 espécies lenhosas de nove famílias representativas da flora local da região de transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica na Fazenda Tanguro, Querência, MT, Brasil, com o objetivo de conhecer os padrões fenológicos das espécies estudadas e o efeito do fogo sobre a fenologia destas espécies. O trabalho está estruturado em dois capítulos, sendo que o primeiro descreve os padrões fenológicos vegetativos e reprodutivos das espécies estudadas (198 indivíduos, de 12 espécies lenhosas em um sítio sem ocorrência de queimadas) e de suas relações com as variáveis climáticas. O segundo abordou o efeito do fogo sobre o comportamento fenológico das mesmas 12 espécies, 570 indivíduos presente em três sítios de estudo (um sítio não queimado, um queimado a cada três anos e um queimado anualmente). As estimadas quantitativas das fenofases de folha nova, madura, flor e fruto foram realizadas mensalmente. No primeiro capítulo, com base na redução de folhas maduras na copa, as espécies foram categorizadas como sempre verde com crescimento sazonal e a produção de folhas bi anual com eventos ocorrendo tanto no período seco quanto no chuvoso. A floração foi predominantemente anual e sub anual, com ocorrência tardia e precoce e duração breve e intermediária. A floração ocorreu em períodos do ano com maiores temperaturas, DPV e horas de insolação por dia. Os maiores índices de frutificação ocorreram quando houve aumento na disponibilidade de água no solo, maior umidade relativa do ar e menores níveis de insolação diária. A dispersão zoocórica foi predominante sendo apresentada por dez espécies. No capítulo dois, o padrão de produção de folhas foi semelhante entre os três sítios com exceção de algumas espécies que produziram folhas novas em maior intensidade nos sítios queimados. Para a maioria das espécies houve maior intensidade de floração nos dois sítios queimados em relação ao sítio controle. Já para frutificação, as queimadas não reduziram a intensidade de produção de frutos. Nosso estudo sugere que mudanças climáticas podem levar a variações interespecíficas e interanuais e que o

fogo não influencia negativamente nas fenofases, talvez porque as chamas não atingiram o dossel das espécies da floresta.

Palavras chave: Fenologia – Espécies lenhosas – Querência (MT). 2. Fenologia – Espécies lenhosas – Fogo. 3. Floresta de Transição. 4. Mudanças climáticas.

## General abstract

Phenology is the study of relations between vegetative and reproductive behavior of species with biotic factors such as herbivores, pollinators and seed dispersers and abiotic factors such as soil, climate and fire, providing information for planning conservation and recovery activities. From May 2005 to December 2011 there was a phenological study with 570 adult individuals of 12 woody species from nine families representing the local flora of the transition region between the Cerrado and the Amazon Forest Farm Tanguro, Querência, MT, Brazil in order to know the phenology of species studied and the effect of fire on the phenology of these species. The work is divided into two chapters, the first of which describes the vegetative and reproductive phenology of species (198 individuals of 12 woody species in a place without the occurrence of fires) and their relationships with climatic variables. The second addressed the effect of fire on the phenological behavior of these 12 species, 570 individuals present in three study sites (one site unburned, a burned every three years and annually burned). The estimated quantity of leaf phenophases new, mature, flower and fruit were held monthly. In the first chapter, based on the reduction of mature leaves in the canopy, species were categorized as evergreen with seasonal growth and leaf production bi annual events occurring both in the dry and in the wet. Flowering was predominantly annual and annual sub, with early and late occurrence and duration short and intermediate. Flowering occurred in periods of the year with higher temperatures, DPV and hours of sunshine per day. The highest rates of fruiting occurred when there was an increase in water availability in the soil, higher relative humidity and lower levels of daily insolation. The dispersion was predominant zoochorous being presented by ten species. In chapter two, the pattern of leaf production was similar among the three sites with the exception of some species produced new leaves in greater intensity in the burned sites. For most species of flowering had a higher intensity in both sites burned relative to control site. As for fruit, burning did not reduce the intensity of fruit production. Our study suggests that climate change may lead to interspecific and interannual variations and that the fire does not negatively influence the phenophases, perhaps because the flames did not reach the canopy of rainforest species.

Keywords: Phenology – Woody species – Querência (MT). 2. Phenology – Woody species – Fire. 3. Transition Forest. 4. Climate change.

## Introdução geral

O Brasil possui elevada biodiversidade distribuída nos biomas Floresta Amazônica, Mata Atlântica, Cerrado, Pantanal, Pampa e Caatinga. Nas zonas de transição entre biomas, a vegetação apresenta estrutura diferenciada, sendo composta por espécies vegetais pertencentes aos dois biomas adjacentes (IBGE 2004). Floresta Amazônica e Cerrado são os dois maiores biomas brasileiros e juntos representam aproximadamente 72% do território nacional. A Floresta Amazônica é uma floresta tropical úmida (Puig 2008) e o Cerrado é caracterizado como uma savana tropical úmida (Eiten 1972, Felfili & Silva Jr 1993).

A Floresta Tropical Úmida é o bioma mais rico em biodiversidade do mundo, onde o crescimento não é limitado por falta de água ou por temperaturas extremas. Suas árvores podem chegar a 50 m de altura, com

dossel fechado (Curtis 1977), frequentemente ameaçadas pelos métodos tradicionais da agricultura de corte e queima a exploração comercial da madeira e dos recursos florestais, plantação de pastagens e explosão demográfica (Fearnside 1993, Margulis 2003, Alencar et al. 2004, Puig 2008). Já a savana é caracterizada por estrutura vertical composta por árvores e arbustos dispersos sobre um estrato gramíneo, sem a formação de dossel contínuo (Ribeiro e Walter 1998), com sazonalidade climática e presença histórica de fogo (Silva et al. 2008, Ferraz-Vicentini 1993, Ferraz-Vicentini 1999), tendo, portanto, fatores abióticos extremos determinando sua biodiversidade.

A Floresta Amazônica é a maior floresta tropical do mundo, possuindo 6,5 milhões de Km<sup>2</sup> que abrangem nove países (Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela), sendo a maior parte (4,2 milhões de km<sup>2</sup>), em território brasileiro, o que equivale a 49% do país. Já a chamada Amazônia Legal, cobre 60% do território brasileiro em um total de cinco milhões de km<sup>2</sup> distribuída pelos Estados do Amazonas, Acre, Amapá, oeste do Maranhão, Mato Grosso, Rondônia, Pará, Roraima e Tocantins (MMA 2003).

Sob o ponto de vista florístico e fisionômico, a Floresta Amazônica se distingue em dois tipos principais: 1. as várzeas, que se estendem ao longo dos rios e possuem solos periodicamente alagados e 2. as terras firmes, que constituem o domínio da floresta (Thibau 2000), sendo composta por uma flora fanerogâmica estimada em cerca

de 40.000 espécies de plantas vasculares, das quais 30.000 são endêmicas (Mittermeier et al. 2003).

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro com uma elevada biodiversidade, sendo considerado a savana mais rica do mundo (Mendonça et al. 2008). A alta diversidade vegetal é garantida pela grande área de abrangência de 204 milhões de hectares no território nacional (23% da área geográfica brasileira) e pela heterogeneidade ambiental (Sano et al. 2001, Ribeiro & Walter 2008). Sua riqueza e variação vegetacional é determinada por diferentes fatores, como o clima, diferenças no regime do lençol freático, composição nutricional do solo (Ribeiro & Walter 2001) e pela frequência e intensidade de queimadas (Coutinho 1978).

Nas últimas décadas, o Cerrado passa por intensa substituição das áreas nativas por áreas antropizadas, tornando-se um bioma altamente ameaçado (Klink & Machado 2005). Sua elevada riqueza de espécies, associada ao endemismo e ao alto grau de ameaça, fizeram do Cerrado um dos “*hotspots*” mundiais para conservação da biodiversidade (Myers et al. 2000).

A região de contato entre Floresta Amazônica e Cerrado é uma área extensa de transição, que começa a receber especial atenção em função das trocas biológicas entre esses ecossistemas. As plantas de Cerrado possuem adaptações a um clima sazonal e a presença de fogo (Hoffmann et al. 2012), que no Cerrado ocorre desde o final do Pleistoceno (Ferraz-Vicentini 1993, Ferraz-Vicentini & Salgado Labouriau 1996, Ferraz-Vicentini 1999), enquanto que a vegetação da Floresta Amazônica é sensível ao fogo, à sazonalidade climática e às secas prolongadas (Hoffmann & Moreira 2002, Nepstad et al. 2000).

A zona de transição e de interinfluência florística entre Floresta Amazônica e Cerrado possui uma extensão de 4500 km (Marimon et al. 2006) e com a maior parte ocorrendo nos Estados de Mato Grosso e Pará em uma faixa entre a floresta densa e o Cerrado do Planalto Central (Alencar et al. 2004). Nessa região, predomina a vegetação florestal, mas com árvores de dossel mais baixas do que a Floresta Amazônica Setentrional (Balch et al. 2008), formando um *continuum* entre floresta ombrófila e floresta estacional.

De maneira semelhante ao que ocorre para o Cerrado e a Floresta Amazônica, as florestas de transição vem passando por intensos desmatamentos para desenvolvimento da agricultura, pecuária, extração de madeira e minérios, o que pode levar a sérias

consequências climáticas (Linhares & Gewandsznajder 1997, Cardille & Foley 2003, Alencar et al. 2004). Devido ao intenso desmatamento ocorrido nas últimas décadas e a forma curva da área de transição, essa região é chamada de “arco do desmatamento” (Nogueira et al. 2007, 2008), com apenas 62% dessa floresta no estado de Mato Grosso ainda permanecendo inalterada (Alencar et al. 2004).

A maior área desmatada na transição é usada para agricultura (Alencar et al. 2004), formando um mosaico, composto predominantemente por uma matriz de pastagem e fragmentos florestais isolados e de diferentes tamanhos. A conversão da vegetação nativa em áreas plantadas eleva as emissões de gases do efeito estufa, como o CO<sub>2</sub>, pois a vegetação e em particular as florestas tropicais são grandes reservatório de carbono incorporado aos tecidos vegetais (Puig 2008).

Além dos desmatamentos e da fragmentação, as floresta de transição são altamente sensíveis às queimadas, que geram diversos prejuízos econômicos, paisagísticos e ecológicos (Fiedler et al. 2006). Essas queimadas são frequentes nas florestas de transição, porque estas estão localizadas em clima sazonal e sendo ainda comum o uso do fogo para o desmatamento. As queimadas promovem a perda da biodiversidade florestal, alteram a estrutura vertical da vegetação e induzem a invasão por gramíneas, em um processo de retroalimentação positiva para a ocorrência de novas queimadas, que promovem o processo de savanização (Nepstad et al. 1999).

Assim, o fogo representa uma grave ameaça para a conservação da biodiversidade e manutenção de processos ecológicos em ecossistemas florestais, sensíveis ao fogo. Nessas florestas, há maior possibilidade de queimadas comprometerem a manutenção de populações de algumas espécies vegetais e animais (Medeiros & Fiedler 2003). Até mesmo queimadas rasteiras, que consomem a serapilheira e a massa de raízes causam, em longo prazo, sérios problemas ambientais, pois anos após as queimadas é observada alta taxa de mortalidade das árvores, elevando ainda mais as emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera (Nepstad et al. 1999).

As queimadas podem levar ainda a mudanças na composição das espécies, populações e comunidades vegetais, alterando a fenodinâmica das espécies da flora, pois os padrões fenológicos vegetais são considerados adaptações evolutivas relacionadas tanto com características de seus ambientes, principalmente sazonalidade das chuvas, severidade da estação seca e ocorrência de fogo, quanto com interações animal-plantas (Bie et al. 1998, Del-Claro 2012).

Nesse contexto, o estudo dos fenômenos biológicos repetitivos, chamados de estudos fenológicos, como os ritmos de floração, frutificação e mudança foliar e sua relação especialmente com o clima, e com fatores bióticos, como interação animal planta nos processos de polinização e dispersão de diásporos (Lieth 1974), tem grande importância para o conhecimento das respostas funcionais das plantas a fatores abióticos como sazonalidade climática e queimadas.

Desse modo, estudos fenológicos são úteis para se determinar os padrões de deciduidade foliar, floração e frutificação e de suas relações com fatores abióticos importantes como, sazonalidade e mudanças climáticas (de Corlett & La Frankie 1998, Parmesan 2006, Brando et al. 2006) e as estratégias vegetativas e reprodutivas que garantem a reprodução e a sobrevivência dos indivíduos (Oliveira 2008). Tais estudos permitem ainda avaliar a resiliência das espécies frente a distúrbios como o fogo (Silvério & Lenza 2010).

Devido ao fato do metabolismo das plantas variar com a temperatura, disponibilidade de luz e umidade, o comportamento fenológico é um bom indicador da resposta das espécies às variações climáticas, como o El Niño (Wright et al. 1999, Wright & Calderón 2006) e a distúrbios antrópicos (Silvério & Lenza 2010), cada vez mais frequentes.

No entanto, poucos são os estudos que abordam os efeitos do fogo sobre a fenologia das espécies e esses em sua maioria foram desenvolvidos no Bioma Cerrado (Hoffmann 1998, Felfili et al. 1999, Fernandes-Bulhão & Figueiredo 2002, Hoffmann & Moreira 2002, Miranda & Sato 2005, Pereira 2009, Silvério 2010). Sendo assim, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos que buscam compreender esses efeitos sobre as espécies florestais do bioma Amazônico e que estão estabelecidas nas zonas de transição expostas às variações climáticas características de ambientes savânicos de regiões tropicais.

Em florestas tropicais os eventos fenológicos, como a queda de folhas, brotação e floração, estão fortemente relacionadas com o volume e a distribuição da precipitação ao longo do ano (Borchert 1998, Lemos Filho & Mendonça Filho 2000). Florestas em clima sazonal, com estação de crescimento restrita, apresentam padrões fenológicos menos diversos localmente (Morellato et al. 2000). Desse modo, é esperado que florestas em clima sazonal concentrem as fenofases em determinados períodos do ano,

mas podendo apresentar variações interanuais, detectadas apenas em estudos de longo prazo (Foster 1982, Leighton & Leighton 1983, Corlett 1990).

Romero & Romero (1983) sugerem que observações fenológicas devem ser desenvolvidas durante um período mínimo de cinco anos, pois, apesar dos frequentes padrões com florescimento e frutificação anual das espécies em florestas tropicais (Janzen 1975), eventos fenológicos reprodutivos também podem ocorrer com frequência supra-anual (Newstrom et al. 1994 a,b). Outro aspecto importante nas observações fenológicas de longo prazo, é que se torna possível detectar variações na intensidade, período e amplitude das fenofases entre anos, sugerindo respostas causais a fatores bióticos, como polinizadores e dispersores, ou abióticos, como a sazonalidade (Foster 1982, Newstrom 1994, Tarola & Morellato 2000).

No entanto, são poucos os estudos fenológicos de longa duração em florestas tropicais com observação direta de plantas (Araujo 1970, Alencar et al. 1979, Newstrom et al. 1994 a, b, Morellato 2003, Chapman et al. 2005). Esses estudos permitem melhor entendimento da regeneração e reprodução das espécies, da organização temporal dos recursos dentro das comunidades, das interações e da co-evolução entre plantas e animais (Talora & Morellato 2000). Auxiliam ainda na compreensão da dinâmica dos ecossistemas florestais, pois, mediante estudos fenológicos é possível conhecer a época de eventos reprodutivos das espécies, conseqüentemente a disponibilidade de sementes para regeneração das espécies da comunidade e recursos alimentares para a fauna. Além disso, é possível prever o ciclo de crescimento vegetativo e assim estabelecer estratégias adequadas de manejo da flora (Ribeiro & Castro 1986).

Sendo assim, e buscando complementar a literatura quanto aos efeitos das variáveis climáticas e do fogo sobre os eventos fenológicos esta dissertação está estruturada em dois capítulos.

O primeiro capítulo tem como objetivo caracterizar os padrões fenológicos vegetativos e reprodutivos de 12 espécies lenhosas em uma área de transição entre os biomas Floresta Amazônica e Cerrado do leste Mato-grossense em um sítio sem registros de fogo e associar esses padrões à sazonalidade climática por um período de cinco anos (maio de 2005 a dezembro de 2010). As espécies foram classificadas em grupos fenológicos vegetativos com base no grau de deciduidade foliar (cobertura de copa) e produção de folhas novas e em grupos fenológicos reprodutivos baseados no período de floração das espécies em relação à estação seca, sua frequência de ocorrência

e amplitude dos eventos. Também foram analisadas as relações entre as fenofases vegetativas e reprodutivas com as variáveis climáticas (precipitação e temperatura).

O segundo capítulo tem como objetivo avaliar o efeito de queimadas programadas sobre o comportamento fenológico vegetativo e reprodutivo das mesmas 12 espécies entre maio de 2005 e dezembro de 2010. Para tal, foi comparado o comportamento fenológico vegetativo e reprodutivo das espécies entre o sítio controle (não queimado), o sítio queimado anualmente desde o ano de 2005 (anos de 2004, 2005, 2006, 2007, 2009, 2010) e sítio queimado a cada três anos desde o ano de 2004 (2004, 2007, 2010).

## Referências Bibliográficas Geral

ALENCAR, A., NEPSTAD, D., MCGRATH, D., MOUTINHO, P., PACHECO, P., DIAZ, M. Del C.V. & SOARES-FILHO, B. 2004. Desmatamento na Amazônia: indo além da “Emergência Crônica”. Belém: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. 85p.

ALENCAR, J. C., ALMEIDA, R. A. & FERNANDES, N. P. 1979. Fenologia de espécies em Floresta Tropical Úmida de Terra Firme na Amazônia Central 9(1):163-198.

ARAÚJO, V. C. 1970. Fenologia de essências florestais Amazônicas I. Boletim do INPA, Manaus, (4): 1-25.

BIE, S., KETNER, P., PAASSE, M. & GEERLING, C. 1998. Woody plant phenology in the West Africa savanna. *Journal of Biogeography* 25(5): 883-900.

BORCHERT, R. 1998. Responses of tropical trees to rainfall seasonality and its long-term changes. *Climate Change* 39:381-393.

BRANDO, P.; RAY, D.; NEPSTAD, D.; GARDINOT, C.; CURRAN, L.M. & OLIVEIRA, R. 2006. Effects of partial throughfall exclusion on the phenology of *Coussarea racemosa* (Rubiaceae) in an east-central Amazon rainforest. *Oecologia* 150:181-189.

CARDILLE, J. A. & FOLEY, J. A. 2003. Agricultural land-use change in Brazilian Amazônia between 1980 and 1995: Evidence from integrated satellite and census data. *Remote Sensing of Environment* 87: 551–562.

CHAPMAN, C. A., CHAPMAN, L. J., STRUHSAKEI, T. T., ZANNE, A. E., CLARK, C. J. & POULSEN, J. R. 2005. A long-term evaluation of fruiting phenology: importance of climate change. *Journal of Tropical Ecology* 21(01):31-45.

CORLETT, R. T. & LAFRANKIE, J. V. 1998. Potential impacts of climate change on tropical Asian forests through an influence on phenology. *Climatic Change* 39: 439–453.

CORLETT, R. T. 1990. Flora and reproductive phenology of the rain forest at Bukit Timah, Singapore. *Journal of Tropical Ecology* 6:55-63.

COUTINHO, L. M. 1978. Aspectos ecológicos do fogo no Cerrado. I – A temperatura do solo durante as queimadas. *Revista brasileira de Botânica*, São Paulo, p. 93- 96.

EITEN, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *The Botanical Review*, v. 38, n2, p. 201 – 341.

FEARNSIDE, P. M. 1993. Deforestation in Brazilian Amazonia: the effect of population and tenure, *Ambio*, 22, p. 537-45.

FELFILI, J. M., SILVA JUNIOR, 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*, São Paulo, 22:83-90.

FELFILI, J. M. & SILVA JÚNIOR, M. C. 1993. A comparative study of cerrado (*sensu stricto*) vegetation in Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology*. v.9, p. 277-289.

FERNANDES\_BULHÃO, C. & FIGUEIREDO, P. S. 2002. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de Cerrado marginal no nordeste do Maranhão. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, 25:361-369.

FERRAZ-VICENTINI, K. R. 1993. Análise palinológica de uma vereda em Cromínia, GO. Dissertação de Mestrado. Instituto de Ciências Biológicas - Universidade de Brasília, Brasília, 136 p.

FERRAZ-VICENTINI, K. R. & SALGADO-LABOURIAU, M. L. 1996. Palynological analysis of a palm swamp in Central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 9(3/4): 207-219.

FERRAZ-VICENTINI, K. R. 1999. História do fogo no Cerrado: uma análise palinológica. Tese de Doutorado. Instituto de Ciências Biológicas - Universidade de Brasília, Brasília, 208 p.

FIEDLER, N. C., RODRIGUES, T. O. & MEDEIROS, M. B. 2006. Avaliação das condições de trabalho, treinamento, saúde e segurança de brigadistas de combate a incêndios florestais em Unidades de Conservação do Distrito Federal – estudo de caso. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v 30, n. 1, p. 55-66.

FOSTER, R. B. 1982. The seasonal rhythm of fruit fall on Barro Colorado Island. *In: LEIGH, E. G., RAND, A. S. & WINDSOR, M. (eds.). The ecology of a tropical forest: Seasonal rhythms and long-term changes*, pp. 151–172. Smithsonian Institutional Press, Washington District of Columbia.

HOFFMANN, W. A. 1998. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. *Journal of Applied Ecology*, 35:422-433.

HOFFMANN, W. A. & MOREIRA, A. G. 2002. The role of fire in population dynamics of woody plants. *In: The Cerrados of Brazil (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, eds.). Columbia University Press, New York, p.159-177.*

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2004. Mapa de Biomas do Brasil: primeira aproximação. IBGE, Rio de Janeiro.

KLINK, C. A. & MACHADO, R. B. 2005. A Conservação do Cerrado brasileiro. *Mega diversidade* 1:147-155.

LEMOS FILHO, J. P. & MENDONÇA FILHO, C. V. 2000. Seasonal changes in the water status of three wood legumes from the Atlantic forest, Caratinga, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 16:21-32.

LEIGHTON, M., & LEIGHTON, D. R., 1983. Vertebrate responses to fruiting seasonality within a Bornean rain forest. *In*: S. L. Sutton, T. C. Whitmore, and A. C. Chadwick (Eds.). *Tropical rainforest: Ecology and management*, pp. 181–196. Blackwell Scientific, London.

LINHARES, S. & GEWANDSZNAJDER, F. 1997. *Biologia Hoje: genética, evolução e ecologia*. Ed. Ática, v.3, São Paulo-SP, p.372.

LIETH, H. 1974. *Phenology and seasonality modeling*. Springer-Verlag, New York.

MARGULIS, S. 2003. *Causas do Desmatamento da Amazônia Brasileira*. Banco Mundial. Brasília – p. 101.

MARIMON, B. S., LIMA, E. S., DUARTE, T. G., CHIEREGATTO, L. C., RATTER, J. A., 2006. Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso, Brazil. IV. an analysis of the cerrado–amazonian forest ecotone. *Edinburgh Journal of Botany* 63, 323-341.

MEDEIROS, M. B. & FIEDLER, N. C. 2003. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 157-168.

MENDONÇA, R. C., FELFILI, J. M., WALTER, B. M. T., SILVA JUNIOR, M. C., REZENDE, A. V., FILGUEIRAS, T. S., NOGUEIRA, P. E. & FAGG, C. W. 2008. Flora Vascular do Bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M., ALMEIDA, S. P. & RIBEIRO, J. F. (eds). *Cerrado: Ecologia e Flora*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2:222-1279.

MIRANDA, H. S. & SATO, M. N. 2005. Efeito do fogo na vegetação do Cerrado. *In*: Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação. (SCARIOT, A., SOUSA-SILVA, J.C.; FELFILI, J.M., orgs.) MMA, Brasília, DF.

MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., BROOKS, T. M., PILGRIM, J. D., KONSTANT, G. A. & FONSECA, G. A. B. 2003. Wilderness and biodiversity conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 100:10309-10313.

MMA, 2003. Ministério do Meio Ambiente. Amazônia Sustentável: Contribuição para elaboração de um Plano de Desenvolvimento Sustentável para a Amazônia e subsídios para o Plano Plurianual. MMA 1-10.

MORELLATO, L. P. C. 2003. Phenological data, networks, and research: South America, *In*: Schwartz, M.D. (Ed.) 2003. *Phenology: An Integrative Environmental Science. Tasks for Vegetation Sciences* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. Netherlands. p.75-92.

MORELLATO, L. P. C., TALORA, D. C., TAKAHASI, A., BENCHE, C. C., ROMERA, E. C., ZIPARRO, V. B. 2000. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. *Biotropica* 32 (4b): 811-823.

MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., FONSECA, G. A. B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.

NEPSTAD, D. G., MOREIRA, A. G. & ALENCAR, A. A. 1999. A Floresta em Chamas: Origens, Impactos e Prevenção de Fogo na Amazônia. Programa piloto para a proteção das Florestas Tropicais do Brasil. Brasília, 202p.

NEWSTROM, L. E., FRANKIE, G. W., BAKER, H. G. 1994a. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland Tropical Rain Forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*, 26(2):141-159.

NEWSTROM, L. E., FRANKIE, G. W., BAKER, H. G., COLWELL, R. K. 1994b. Diversity of long-term flowering patterns. *In*: HESPENHEIDE, H. A.; HARTSHORN, G. S. (Eds) 1994. *La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest*. The University of Chicago Press, Chicago. p.142-160.

NOGUEIRA, E. M., FEARNside, P. M., NELSON, B. W., FRANÇA, M. B., 2007. Wood density in forests of Brazil's 'arc of deforestation': Implications for biomass and flux of carbon from land-use change in Amazonia. *Forest Ecology and Management* 248, 119-135.

NOGUEIRA, E. M., NELSON, B. W., FEARNside, P. M., FRANÇA, M. B., & OLIVEIRA, A. C. A., 2008. Tree height in Brazil's 'arc of deforestation': Shorter trees in south and southwest Amazonia imply lower biomass. *Forest Ecology and Management* 255, 2963-2972.

OLIVEIRA, P. E. A. M. 2008. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de Cerrado. *In*: Sano, S. M.; Almeida, S. P. & Ribeiro, J. F. (eds.). *Cerrado: ecologia e flora*. Embrapa Cerrados, Planaltina, Distrito Federal. 273-310.

OPLER, P. A., FRANKIE, G. W. & BRAWA, K. A. 1976. Rainfall as a factor in the release, timing, and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. *J. Biogeog.* 3:231-236.

PARMESAN, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37: 637-669.

PEREIRA, O. R. 2009. Efeitos do Fogo Sobre os Padrões Fenológicos de Espécies Lenhosas de Um Cerrado Sentido Restrito No Município de Nova Xavantina, Mt: Uma Comparação Entre Anos Consecutivos. Conclusão do Curso de graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas – Departamento de Ciências Biológicas, Universidade do Estado do Mato Grosso, Nova Xavantina, p. 65.

PUIG, H. 2008. A Floresta Tropical Úmida. UNESP: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo.

RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M. & ALMEIDA, S. P. (eds.). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, DF: EMBRAPA CPAC, p. 89-166.

RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. 2001. As matas de galeria no contexto do Bioma Cerrado. *In*: RIBEIRO, J. F., FONSECA, C. E. L. & SOUSA-FILHO, J. C. (eds). Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, p. 29-47.

RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. 2008. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M., ALMEIDA, S. P. & RIBEIRO, J. F.(eds). Cerrado: ecologia e flora. Brasília, DF: EMBRAPA Cerrados, p. 152-212.

RIBEIRO, J. F. & CASTRO, L. H. R. 1986. Método quantitativo para avaliar características fenológicas em árvores. *Revta brasil. Bot.* 9:7-11.

SILVA, F. A. M., ASSAD, E. D. & EVANGELISTA, B. A. 2008. Caracterização climática do Bioma Cerrado. *In*: Cerrado: ecologia e flora (S. M. Sano; S. P. Almeida & J. F. Ribeiro, eds.). Embrapa Cerrados, Brasília, p.61-88.

SILVÉRIO, D. V. 2010. Efeitos do fogo e do substrato sobre a fenologia de espécies lenhosas em duas fitofisionomias de Cerrado no Parque Municipal do Bacaba, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação). Universidade do Estado de Mato Grosso, Nova Xavantina, p.111.

SANO, E. E., JESUS, E. T. & BEZERRA, H. S. 2001. Mapeamento e quantificação de áreas remanescentes do cerrado através de um sistema de informações geográficas. *Sociedade & Natureza*, 13:47 – 62.

TALORA, D. C. & MORELLATO, L. P. C. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revta. Brasil. Bot.* 23(1):13-26.

THIBAU, C. E. 2000. Produção sustentada em florestas: Conceitos e Tecnologias, Biomassa Energética, Pesquisa e Constatações. Ed. Escriba Gráfica, Belo Horizonte-MG, p. 49.

WRIGHT, S. J., CARRASCO, C., CALDERÓN, O. & PATON, S. 1999. The El Niño Southern Oscillation, variable fruit production, and famine in a tropical forest. *Ecology* 80: 1632-1647.

WRIGHT, S. J. & CALDERÓN, O. 2006. Seasonal, El Niño and longer term changes in flower and seed production in a moist tropical forest. *Ecology Letters* 9: 35-44.

---

CAPÍTULO I - Padrões fenológicos de espécies lenhosas e suas variações interanuais em uma floresta de transição entre os biomas Floresta Amazônica e Cerrado.

---

Escrito de acordo com as normas da Revista Brasileira de Botânica (Normas gerais, anexos – 01).

## Resumo

Fenologia é o estudo das relações entre comportamento vegetativo e reprodutivo das espécies com fatores bióticos e abióticos, fornecendo informações úteis para planejamento de atividades conservacionistas e de recuperação. De maio de 2005 a dezembro de 2011 realizou-se um estudo com 198 indivíduos arbóreos adultos de 12 espécies, nove famílias representativas da flora local da região de transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica em Mato Grosso, Brasil. Os objetivos foram os de caracterizar os comportamentos fenológicos vegetativos e reprodutivos e relacioná-los com variáveis climáticas locais. Foram estimadas mensalmente, com método quantitativo, as fenofases de folha jovem e madura (eventos vegetativos) e flor e fruto (eventos reprodutivos). Baseado na redução de folha madura na copa, as espécies foram categorizadas como sempre verdes com crescimento sazonal. Durante todo o período de estudo, entre 80% e 100% dos indivíduos se mantiveram com folhas maduras na copa, geralmente com intensidade acima de 60%. Para cada ano, houve dois momentos de redução de folhas maduras na copa e elevada produção de folha nova, sendo um no período seco e outro no chuvoso. Em períodos com estação seca mais severa, como 2005 e 2006, houve maior redução de folha madura na copa das árvores e maior produtividade de folhas novas. A floração variou tanto intraespecífica como interespecífica, com frequência anual e sub anual e predomínio de floração tardia e precoce, com duração breve e intermediária. Os eventos mais intensos de floração ocorreram com as maiores temperaturas, déficit de pressão de vapor (DPV) e horas de insolação por dia. A frutificação também variou com algumas espécies apresentando dois ou mais picos com intensidade acima de 20% e outras com picos frequentes e intensidade abaixo de 20%. Os maiores eventos de frutificação ocorreram com os aumentos na disponibilidade de água no solo, umidade do ar e menor insolação diária. A dispersão zoocórica foi predominante entre as espécies observadas. Nosso estudo sugere que mudanças climáticas como aumento dos eventos de seca podem levar a variações interespecíficas e interanuais e a maiores níveis de deciduidade das espécies da floresta de transição.

Palavras-chave: Fenologia, Floresta de transição, mudanças climáticas.

## Abstract

Phenology is the study of relations between vegetative and reproductive behavior of species with biotic and abiotic factors, providing useful information for planning conservation and recovery activities. From May 2005 to December 2011 we carried out a study with 198 adult individual trees of 12 species, representing nine families of local flora of the transition region between the Cerrado and the Amazon rainforest in Mato Grosso, Brazil. The objectives were to characterize the vegetative and reproductive phenological behavior and relate them to local climatic variables. Were estimated monthly, with quantitative method, phenophases of young and mature leaf (vegetative events) and flower and fruit (reproductive events). Based on the reduction in mature leaf canopy species were categorized as evergreen with seasonal growth. Throughout the study period, between 80% and 100% of subjects remained with mature leaves in the canopy, usually with intensity above 60%. For each year, there were two moments of reduction of mature leaves in the canopy and high production of new leaf, one in the dry and rainy in another. In periods with more severe dry season, like 2005 and 2006, there was a greater reduction in mature leaf canopy and increased productivity of new leaves. The flowering varied both interspecific intraspecific as often annual and annual sub and prevalence of early and late flowering, with short and intermediate term. The events occurred more intense flowering with higher temperatures, vapor pressure deficit (VPD) and hours of sunshine per day. The fruit also varied with some species presenting two or more peaks with intensity above 20% and others with frequent peaks and intensity below 20%. The biggest events of fruiting occurred with increases in water availability in the soil, air humidity and lower daily insolation. The dispersion zoochorous was predominant among the species observed. Our study suggests that climate change and increased drought events may lead to interspecific and interannual variations and higher levels of species deciduousness forest transition.

Keywords: Phenology, Forest transition, climate change.

## 1 - Introdução

O Brasil possui extensa área florestal, com papel de destaque nas discussões mundiais sobre as mudanças climáticas, pois a maior floresta tropical do mundo, a Floresta Amazônica, localiza-se predominantemente no território brasileiro, ocupando 49% de toda a extensão geográfica do Brasil (MMA 2003). No último século, diversos estudos têm demonstrado que as florestas tropicais estão sofrendo as influências de mudanças climáticas (Baker et al. 2004, Lewis et al. 2009, Lewis et al. 2011, Phillips et al. 2002). Para a Floresta Amazônica, já existem indícios de que mudanças climáticas, no uso da terra e as queimadas têm provocado alterações no ciclo hidrológico (precipitação e descarga dos rios) e biogeoquímico (estoques de carbono) (Davidson et al. 2008).

Mato Grosso é o maior estado da região Centro-Oeste do Brasil, com uma área total de 903.386 km<sup>2</sup>, no qual ocorrem três biomas. No sudeste está o Pantanal, distribuído por 7% da área total do Estado, com heterogeneidade de paisagem, características ecológicas e florística diferenciadas, possuindo espécies de vários biomas adaptadas à sua hidrologia (Guarim Neto 1992, Nunes da Cunha et. al. 2002). Ao leste e centro-sul está o bioma Cerrado, ocupando 39% do território mato-grossense e apresentando flora muito rica e com elevado endemismo (Ribeiro & Walter 1998, Felfili 2002). Na região noroeste encontra-se a Floresta Amazônica, ocupando a maior parte do estado (54% da área total), sendo caracterizada por uma das mais altas biodiversidades do mundo (Hopkins 2007, Puig 2008).

Nas áreas de contato entre os biomas mato-grossenses ocorrem as chamadas “zonas de tensão ecológica” (IBGE 2004) ou “áreas de transição” (Alencar et. al. 2004, Balch et. al. 2010) que apresenta estrutura diferenciada da vegetação e flora composta por uma mistura de espécies dos biomas adjacentes (MMA 2003). Essas áreas de transição ocupam 394.421 km<sup>2</sup>, ou 43,7% do território do estado (Oliveira et. al. 2010).

A transição entre o Cerrado e a Floresta Amazônica em Mato Grosso é composta por formações florestais que sofrem constantes e diversos impactos ambientais, principalmente devido ao desmatamento e à fragmentação de áreas ativas, o que tem levado à perda considerável de diversidade da flora e da fauna (Fearnside 2006). Na zona de transição entre a Floresta Amazônica e o Cerrado ocorre um clima sazonal, típico do Bioma Cerrado, com estação seca pronunciada e duração de aproximadamente

cinco meses (Balch et. al. 2008, 2010), condição geralmente limitante ao estabelecimento de vegetação florestal (Puig 2008).

A sazonalidade climática é um dos fatores abióticos controladores dos eventos fenológicos vegetais em florestas tropicais (Figueiredo 2008). Dessa forma, trabalhos sobre as relações entre clima e os eventos biológicos vegetais, ou seja, o comportamento fenológico das plantas são essenciais para o estudo de ecologia e evolução nos trópicos (Croat 1969). Segundo Alencar (1991, 1994) fatores climáticos como temperatura, umidade relativa, precipitação e fotoperíodo influenciam as fenofases de espécies florestais. Dessa forma, esses fatores podem ser usados como preditores do funcionamento da vegetação.

Umaña e Alencar (1993) relatam que a falta de informações fenológicas das espécies florestais impossibilita a determinação da época ideal para colheita de sementes. Magalhães e Alencar (1979) apontam que parte das dificuldades de fornecimento adequado de sementes que podem ser utilizadas para a recuperação de florestas degradadas, está relacionada à inexistência de informações sobre a fenologia das espécies. Dessa forma, observações fenológicas contribuem com informações indispensáveis, que podem servir como parâmetros a serem utilizados para o manejo adequado da flora (Ribeiro & Castro 1986).

Espécies de clima sazonal, como do Cerrado, apresentam elevados níveis de deciduidade foliar na estação seca e intensa produção de folhas na transição entre as estações seca e chuvosa. Essa dinâmica foliar fortemente sazonal é interpretada como uma adaptação à redução na disponibilidade de água superficial no solo durante o período seco, evitando assim o estresse hídrico e maximizando a aquisição e o uso de nutrientes na estação chuvosa, mais favorável ao desenvolvimento vegetal (Reich & Borchert 1984, Mantovani & Martins 1988, Oliveira 1991, Lenza & Klink 2006 e Silvério & Lenza 2010). Por outro lado, espécies de ecossistemas florestais com curta sazonalidade climática, como nas áreas mais úmidas da Floresta Amazônica, são sempre verdes e não apresentam deciduidade foliar evidente e sazonal (Puig 2008, Sarmiento & Monastério 1983), uma vez que nesses ecossistemas a água não é fator limitante ao crescimento das plantas (Sarmiento & Monastério 1983).

O comportamento fenológico reprodutivo das plantas é interpretado como um conjunto de estratégias que determinam o sucesso das populações, sofrendo influência tanto de fatores bióticos quanto abióticos. Segundo Richards (1952), em ambientes

tropicais com estação seca bem definida, a maior parte dos indivíduos floresce na estação seca. A redução do fotoperíodo nessa estação, as maiores amplitudes de temperatura diária e as baixas temperaturas noturnas têm sido sugeridos como indutoras da floração (Fournier & Salas 1966, Janzen 1967, Lieberman 1982). Para Janzen (1975) situações nas quais a floração das espécies se distribui ao longo do ano, permitem que haja fornecimento de néctar ou pólen para os diversos polinizadores. Piña-Rodrigues & Piratelli (1993) acrescentam que ocorre variação intra-populacional na época de florescimento de acordo com o local e as condições climáticas. Janzen (1980) afirma que a produção sincronizada de flores de espécies diferentes, por curto período de tempo, poderia atrair polinizadores menos especializados, e as espécies dentro da comunidade cujo florescimento ocorre de forma assincrônica atrairiam polinizadores especialistas.

Foster (1992) e Oliveira (2008) sugerem que o período de maturação dos frutos seja uma estratégia adaptativa das espécies que permite a dispersão das sementes em períodos favoráveis à sua germinação e estabelecimento. Muitos estudos mostram frutos zoocóricos sendo produzidos ao longo da estação chuvosa, enquanto que os frutos anemocóricos maturam no auge do período seco (Mantovani & Martins 1988, Oliveira & Moreira 1992, Miranda 1995, Batalha & Mantovani 2000, Lenza & Klink 2006, Silvério & Lenza 2010). Estas representam estratégias ecológicas distintas para garantir a dispersão das sementes, uma vez que frutos zoocóricos ou carnosos que maturam na estação chuvosa se tornam atrativos por um tempo mais longo, enquanto que a maturação de frutos anemocóricos, em sua maioria frutos secos, deiscentes e com sementes aladas, durante a seca, facilita a abertura do fruto e a dispersão de suas sementes (Janzen 1967, Augspurger & Franson 1987).

No intuito de melhor conhecer as relações causais entre as variáveis ambientais e os eventos fenológicos vegetativos e reprodutivos de plantas lenhosas da área de transição entre o Cerrado e a Floresta Amazônica, esse estudo tem os seguintes objetivos: 1. Caracterizar o comportamento fenológico vegetativo (folha nova e folha madura) e reprodutivo (floração e frutificação) e as variações interanuais das fenofases, em um período de cinco anos e sete meses, de 12 espécies arbóreas de uma floresta de transição; 2. Determinar as associações entre o período de ocorrência das fenofases das 12 espécies e as variáveis ambientais de precipitação, temperatura, umidade relativa do ar, insolação e déficit de pressão de vapor.

Serão testadas as seguintes hipóteses: 1. As espécies de florestas de transição são perenifólias, mas os eventos fenológicos vegetativos e reprodutivos são concentrados no tempo, uma vez que essas florestas ocorrem em clima sazonal; 2. A sazonalidade esperada dos eventos fenológicos vegetativos é alterada por variações interanuais nas variáveis climáticas e em anos com secas mais severas e/ou menores índices pluviométricos ocorrem maiores níveis de deciduidade foliar.

## 2. Material e métodos

### 2.1 - Área de estudo

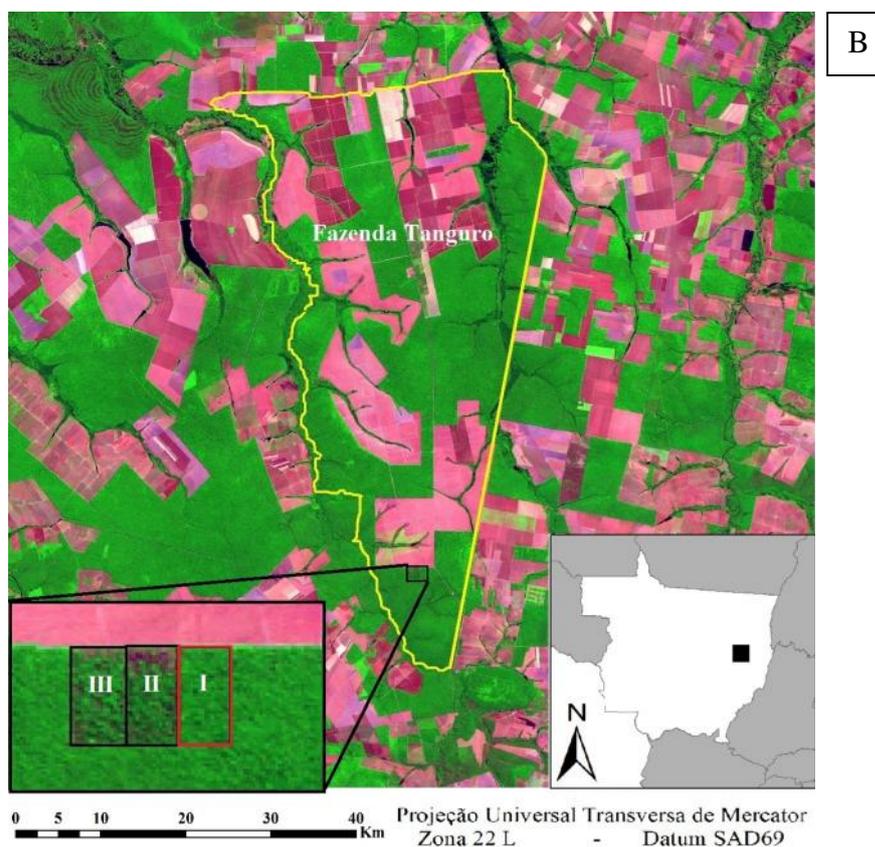
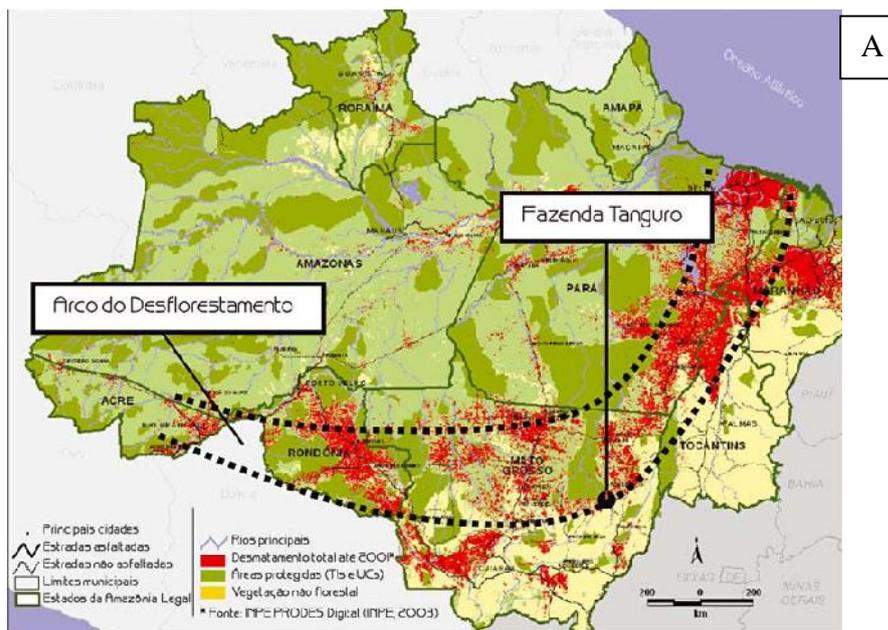
O estudo foi desenvolvido na Fazenda Tanguro (de propriedade do Grupo Amaggi), localizada a 75 km ao norte da cidade de Canarana, Mato Grosso, Brasil, na parte sudeste da bacia amazônica (13°04'35.39"S, 52°23'08.85"W). A Fazenda Tanguro possui uma área de 82.000 hectares, dos quais 38.000 já foram convertidos em agricultura (Oliveira e Santos 2010). A área de estudo está inserida em região de transição entre floresta ombrófila e floresta estacional, entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, com árvores de dossel mais baixo do que a Floresta Amazônica Setentrional (Balch et al. 2008). Apesar de localizarem-se no limite do “arco do desmatamento”, os remanescentes de florestas na Fazenda Tanguro encontram-se em bom estado de conservação (Figura 1).

Essas florestas de transição são pouco conhecidas, mas Ivanauskas et. al. (2004) descreveram a vegetação de uma área próxima, localizada em Gaúcha do Norte - MT, nas coordenadas 13° 10' S e 53° 15' W. Os autores concluíram que a floresta de transição possui menor número de espécies e densidade de indivíduos que a Floresta Amazônica, mas maiores densidades do que as diferentes formações vegetais do Bioma Cerrado.

O clima dominante na região é do tipo tropical de savana, Aw de acordo com Köppen (Silva et al. 2008), caracterizado por duas estações bem definidas, um período seco de abril a setembro e um chuvoso de outubro a março. A precipitação média é de 1740 mm e a média anual de temperatura é de 24°C a 26°C (Balch et al. 2010). Os solos são do tipo Latossolo Vermelho, distrófico, álico e com lençol freático a 12-15m de profundidade (Balch et. al. 2008).

Dentro da Fazenda Tanguro está inserido um *Campus* experimental do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), onde é desenvolvido o Projeto

Savanização, o maior experimento com fogo controlado em áreas tropicais do mundo, coordenado por cientistas do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) e do Woods Hole Research Center (WHRC), com diversos estudos para avaliar os efeitos do fogo sobre a estrutura e funcionamento da vegetação e do ecossistema e sobre a fauna da região (Balch et al., 2008). Este experimento, iniciado em 2004, é constituído por três sítios adjacentes, cada um com 50 ha, sendo um sítio parcela controle (sem queimadas), um com queimadas trienais e um com queimadas anuais (Figura 1).



**Figura 1** – A) Localização da Fazenda Tanguro, no “Arco do Desmatamento”, no município de Querência, estado de Mato Grosso (Oliveira & Santos 2010); B) mapa com localização da Fazenda Tanguro (linha amarela) e dos três sítios experimentais (linha preta), Estado de Mato Grosso, sendo em I: sítio controle, II: queimadas trienais e III: queimadas anuais (Fonte: adaptado de <http://www.ipam.org.br/galerias/fotos?id=16>).

## 2.2 - Coleta de dados

### 2.2.1 – Dados fenológicos

Foram estabelecidas ao longo da maior extensão das parcelas do experimento de savanização três transeções paralelas de 500 por 10m. Dentro das transeções foram marcados com etiquetas de alumínio 198 indivíduos comprovadamente adultos (vestígios de eventos reprodutivos), distribuídos em 12 espécies e nove famílias representativas da flora local: *Amaioua guianensis* Aubl. – Rubiaceae (15); *Aspidosperma excelsum* Benth. – Apocynaceae (20); *Dacryoides microcarpa* Cuatr. – Burseraceae (13); *Micropholis egensis* (A.DC) Pier. – Sapotaceae (18); *Ocotea acutangula* Mez – Lauraceae (14); *Ocotea guianensis* Aubl. – Lauraceae (22); *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. – Sapotaceae (15); *Saccoglottis guianensis* Benth. – Humiriaceae (14); *Sloanea eichleri* K. Schum. – Eloecarpaceae (17); *Tapirira guianensis* Aubl. – Anacardiaceae (15); *Trattinnickia glaziovii* Swartz – Burseraceae (18) e *Xylopia amazonica* R. E. Fries – Annonaceae (17).

O comportamento fenológico dos indivíduos foi acompanhado mensalmente de maio de 2005 a dezembro de 2010 por um técnico de campo do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM). As fenofases vegetativas (folha nova e folha madura) e reprodutivas (flor e fruto) foram monitoradas com o auxílio de um binóculo. As observações de campo seguiram o método proposto por Fournier (1974), que consiste em uma escala intervalar semi-quantitativa formada por cinco categorias de intensidade da fenofase que permitem determinar o período de início, pico e declínio, sendo: 0 = ausência da fenofase; 1 = intensidade entre 1% e 25%; 2 = intensidade entre 26% e 50%; 3 = intensidade entre 51% e 75% e 4 = intensidade entre 76% e 100% (Bencke & Morellato 2002, D'Eça-Neves & Morellato 2004).

### 2.2.2 – Dados climáticos

Para caracterização completa dos períodos chuvosos, optou-se por apresentar os dados climáticos de maio de 2004 a abril de 2011. Os dados foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), estação meteorológica de Canarana-MT (OMM: 83270), distando aproximadamente 70 km da área de estudo, na latitude -13,47 °C, longitude -52,27 °C e altitude de 430m. Foram considerados os valores diários de precipitação, temperatura máxima, mínima e calculada a média dessas temperaturas,

umidade relativa do ar e horas de insolação diárias. Para todas as variáveis climáticas foram calculadas as médias mensais. Foi calculado o déficit mensal de pressão de vapor de água usando as variáveis temperatura média e umidade relativa do ar, de acordo com Rundel & Jarrel (1989).

## 2.3 - Análise dos dados

### 2.3.1 – Dados fenológicos

Com base nas estimativas individuais da intensidade de Fournier para cada fenofase de cada espécie, calculou-se o Índice de Intensidade de Fournier (IF), um método quantitativo no qual se estabelece valores percentuais para cada fenofase, calculados por meio da seguinte fórmula:

$IF = \frac{ei}{im} \cdot 100$ ; onde:

ei = estimativa da intensidade da fenofase na planta

im = valor alcançado pela população se todos os indivíduos apresentarem intensidade máxima da fenofase.

Também foi determinado o Índice de Atividade das fenofases, que é um método qualitativo, por considerar apenas a presença ou ausência de uma determinada fenofase. Este método determina a porcentagem de indivíduos que estão exibindo determinado evento fenológico, indicando o nível de sincronia interespecífica e intra-específica (Bencke & Morellato 2002, D'Eça-Neves & Morellato 2004). Esses dados foram obtidos com a conversão do registro de intensidade de Fournier em índice de atividade (presença/ausência) onde somam-se os valores obtidos para os indivíduos que expressaram determinada fenofase e divide-se pelo total de indivíduos amostrados para cada área, multiplicando-se depois por 100 para transformação em um valor percentual, conforme sugerido por D'Eça-Neves & Morellato (2004). Depois, somam-se as proporções de todas as espécies que apresentavam determinada fenofase para determinado mês, divide-se pelo valor de proporção total que poderia estar o conjunto de espécies e multiplica-se por 100.

Os grupos fenológicos vegetativos foram caracterizados, de acordo com Lenza & Klink (2006) e os reprodutivos seguindo critérios de Sarmiento & Monastério (1983). As espécies foram ainda classificadas quanto a frequência e amplitude do evento de floração seguindo os critérios propostos por Newstrom et al. (1994). As síndromes de

dispersão das espécies foram determinadas com base na morfologia dos frutos proposta por van der Pijl (1982) e por meio de revisão da literatura (Lorenzi 2002).

Os padrões fenológicos vegetativos das espécies foram determinados de acordo com o grau de deciduidade foliar, sendo as espécies classificadas como sempre verde com crescimento contínuo (SVC), quando não ocorre deciduidade e há produção de folhas novas evidentes por período prolongado; sempre verde com crescimento sazonal (SVS), quando ocorre a substituição da folhagem na transição do período seco para o período das chuvas, mas sem deciduidade completa; brevidecíduas (BDC), com deciduidade completa no período da estação seca por um período inferior a duas semanas; ou decíduas (DEC), com deciduidade foliar completa durante a estação seca, por um período superior a duas semanas.

A classificação dos padrões fenológicos reprodutivos foi estabelecida de três formas. A primeira foi determinada pelo momento de ocorrência de floração em relação às estações do ano (Sarmiento e Monastério 1983), segundo a qual as espécies são classificadas como tendo floração precoce (floração no início da estação chuvosa), retardada (floração no meio do período chuvoso) e tardia (floração na estação seca). A segunda é determinada pela frequência de ocorrência da fenofase (Newstrom et al 1994), que classifica as espécies como possuindo floração contínua, quando o florescimento é interrompido apenas por períodos esporádicos e curtos; sub-anual, quando há vários ciclos de florescimento imprevisíveis durante o ano; anual, quando há um único episódio de florescimento durante o ano e supra-anual, quando o florescimento ocorre a intervalos maiores que um ano, sendo que estes podem ocorrer regularmente ou não. A terceira é determinada pela duração dos eventos de floração (Newstrom et al. 1994), segundo a qual a floração da espécie é classificada como breve, quando os eventos tem duração inferior a um mês; intermediária, quando os eventos duram entre um e cinco meses e extensa, quando os eventos com duração superior a cinco meses.

Quanto às síndromes de dispersão, as espécies foram classificadas em anemocórica, quando seus diásporos são dispersos pelo vento; barocórica, quando as espécies possuem dispersão própria de seus diásporos (sem dispersor primário), sendo o peso do diásporo e a ação da força gravitacional determinantes para essa dispersão; autocórica, quando as espécies possuem dispersão por deiscência explosiva (van der Pijl 1982), e zoocórica, quando o agente dispersor é um animal (Graham et al. 1995).

Para testar o efeito das variáveis climáticas sobre os eventos vegetativos (folhas jovens e folhas maduras) e reprodutivos (florescimento e frutificação) foi empregada uma análise dos componentes principais (PCA) com o uso do programa PAST versão 1.79 (Hammer et al. 2001). Esta análise permitiu a identificação de quais associações, entre as variáveis climáticas (componentes), que mais influenciaram no comportamento fenológico observado.

### 2.3.2 – Dados climáticos

Foram elaborados climatogramas com as médias mensais de precipitação, temperatura máxima, temperatura média, temperatura mínima, umidade, insolação e déficit de pressão de vapor, para descrição geral do clima. Foi empregado o teste de Kruskal-Wallis, com o uso do software PAST versão 1.79 (Hammer et al. 2001) para testar se as variáveis climáticas diferiram entre os anos de estudo. Para essas análises, foi considerado o período anual entre os meses de maio e abril, pois este intervalo de tempo contempla todo o período chuvoso em um intervalo de 12 meses. Ainda, o intervalo entre os meses de outubro e abril, foi considerado como período chuvoso e o intervalo entre maio e setembro como período seco, seguindo a proposta de Pirani et al. (2009) e Silvério & Lenza (2010) para os resultados dos climatogramas aqui gerados.

## 3. Resultados

### 3.1. Dados climáticos

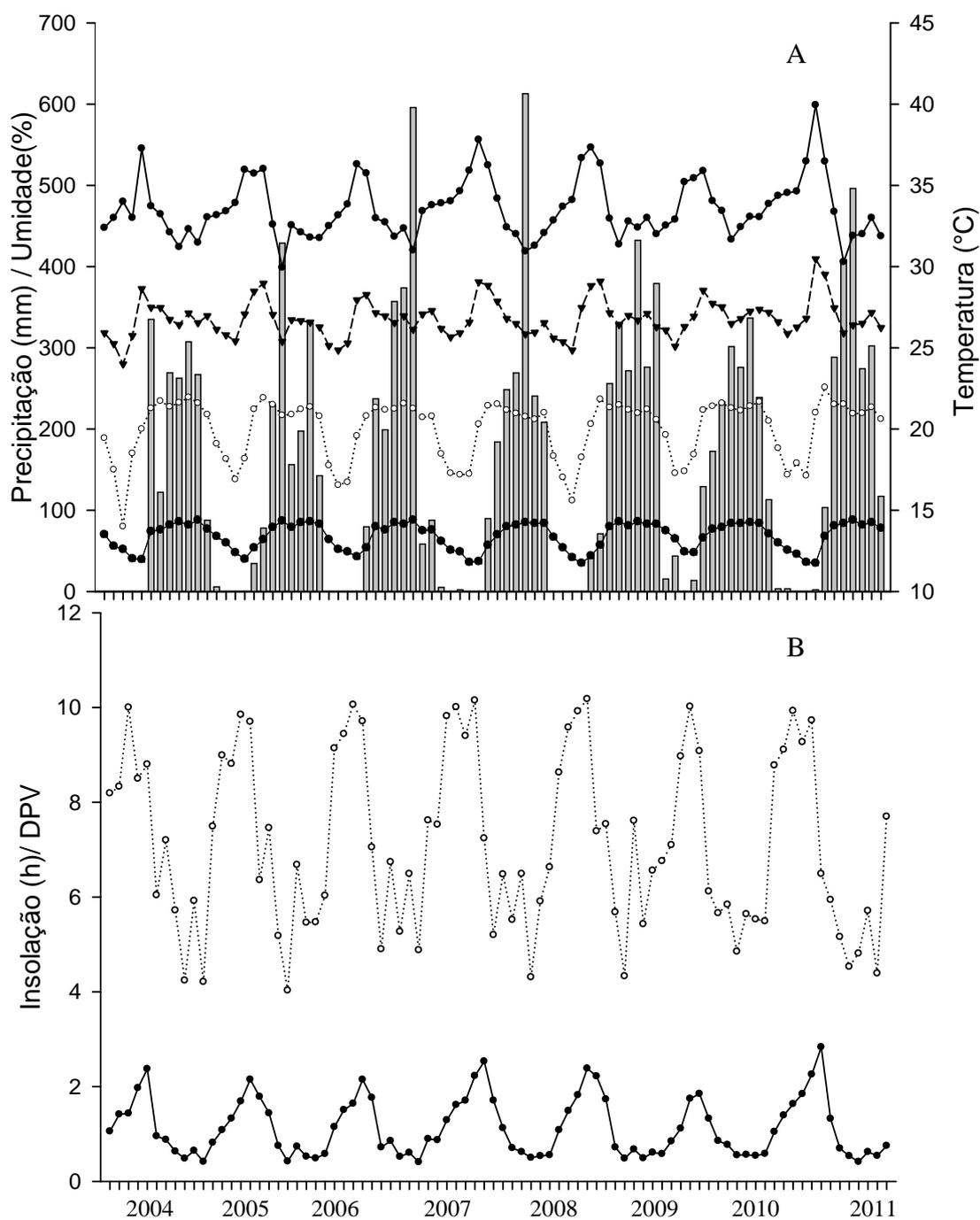
Durante o período de estudo, a precipitação foi fortemente sazonal e concentrada entre os meses de outubro e abril (período chuvoso) com índices pluviométricos baixos ou ausentes, entre maio e setembro (período seco), exceto para os anos de 2006 e 2009, nos quais foram registrados elevados índices pluviométricos no mês de setembro, 79,7 mm e 129,1 mm, respectivamente. (Figura 2, Tabela 1).

Dentre os períodos chuvosos analisados, apenas temperatura mínima apresentou diferença significativa ( $H = 5,92$ ,  $p = 0,04$ ), e essa diferença foi encontrada entre o período chuvoso de 2004/2005 e 2006/2007. Para as demais variáveis, verifica-se que não houve diferença significativa (precipitação:  $H = 2,79$ ,  $p = 0,833$ ; temperatura máxima:  $H = 3,51$ ,  $p = 0,742$ ; umidade:  $H = 0,73$ ,  $p = 0,993$ ; insolação:  $H = 2,66$ ,  $p = 0,849$ ; e DPV:  $H = 0,76$ ,  $p = 0,992$ ). Não houve variação significativa na distribuição

das chuvas e dos índices pluviométricos durante os períodos chuvosos analisados, mas foi possível identificar períodos apresentando índices pluviométricos mais elevados (2006/2007= 1909.1; 2007/2008= 1852.7; 2008/2009= 2017 e 2010/2011 = 1990) e distribuição mais regular das chuvas, um período com baixos índices pluviométricos (2009/2010 = 1672.10), mas antecedido por um período seco atipicamente chuvoso (período seco de 2009 = 201,8 mm), bem como períodos com menores volumes e distribuição irregular das chuvas (2004/2005 = 1.651; 2005/2006= 1564.3) e secas severas (Figura 2, Tabela 1).

Quando comparado as variáveis climáticas entre períodos secos dos diferentes anos (2004 a 2010), verifica-se que houve diferença significativa na variável precipitação durante os períodos secos entre 2004 e 2009 ( $H = 7,4$ ;  $p = 0,02$ ). Para as demais variáveis não foi encontrada diferença significativa entre os períodos secos entre os ciclos anuais (temperatura máxima,  $H = 5,11$ ,  $p = 0,529$ ; temperatura mínima,  $H = 1,35$ ,  $p = 0,968$ ; umidade,  $H = 5,42$ ,  $p = 0,490$ ; insolação,  $H = 4,33$ ,  $p = 0,63$ ; e DPV,  $H = 4,07$ ,  $p = 0,66$ ). Os períodos secos variaram de prolongados e com chuvas quase ausentes (anos de 2004, 2006, 2008), a curtos ou com certos índices pluviométricos (anos de 2005, 2007, 2009, 2010) (Figura 2, Tabela 1). Tomados em conjunto, esses resultados indicam que o período seco foi mais severo em 2004/2005, 2007/2008 e 2010/2011, mais ameno entre os anos de 2006/2007 e 2009/2010 e moderadamente severo em 2005/2006 e 2008/2009.

As maiores médias mensais de temperatura máxima ocorreram na transição entre o período seco e o chuvoso, entre agosto e outubro (de  $35,2^{\circ}\text{C}$  a  $39,9^{\circ}\text{C}$ ), enquanto os menores valores de insolação e maiores valores de umidade relativa do ar foram registrados no mês de dezembro, ou seja, no auge do período chuvoso. Por outro lado, os maiores valores de insolação e os menores valores de umidade relativa do ar foram observados no auge da estação seca, entre os meses de maio e julho, período no qual registrou-se as menores temperaturas mínimas mensais (entre  $16,7^{\circ}\text{C}$  a  $19,6^{\circ}\text{C}$ ). (Figura 2).



**Figura 2** - Climatograma, entre os meses de maio de 2004 a abril de 2011, para o município de Canarana, Estado de Mato Grosso, localizada cerca de 70 km da área de estudo na Fazenda Tanguro, sendo: em A:  $\blacksquare$  precipitação,  $\bullet$  umidade,  $\blacktriangle$  temperatura máxima,  $\blacktriangledown$  temperatura média,  $\circ$  temperatura mínima e, em B:  $\circ$  insolação e  $\bullet$  DPV. Fonte: INMET, Estação meteorológica (OMM 83270).

### 3.2. Comportamento fenológico das espécies em conjunto

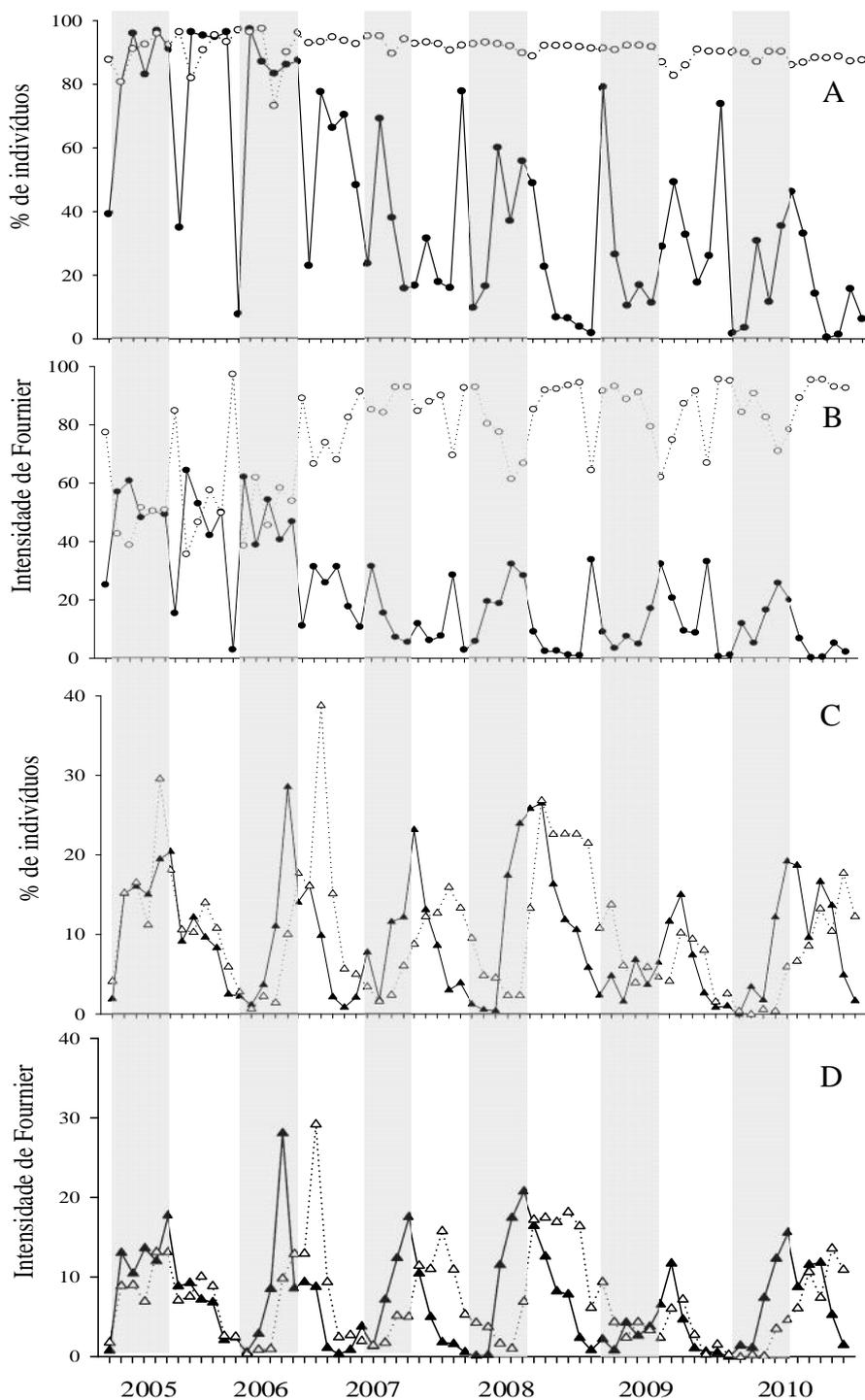
Durante todo período de estudo, entre 80 e 100% dos indivíduos, das 12 espécies consideradas em conjunto, se mantiveram com folhas adultas em suas copas. Os valores do índice de intensidade de Fournier para essa fenofase estiveram geralmente acima de 60%. A produção de folhas novas ocorreu em picos evidentes. Em cada ano, foram observados dois momentos de redução de folhas adultas na copa e de produção massiva de folhas jovens, sendo um no período seco e outro no chuvoso, respectivamente, caracterizando-as com comportamento fenológico vegetativo sempre verde com crescimento sazonal (Figura 3).

Os menores índices de Fournier para folhas adultas e os maiores e mais prolongados picos de intensidade de produção de folhas jovens foram observados nos anos de 2005 e 2006 (Figura 3). Nesses anos, foram registrados os menores índices pluviométricos e os períodos secos mais severos (Figura 3, Tabela 1).

**Tabela 1** - Precipitação média mensal no município de Canarana, Estado de Mato Grosso, localizada cerca de 70 km da área de estudo na Fazenda Tanguro, entre maio de 2004 e abril de 2011. Área cinza representa o período seco. Fonte: INMET, Estação meteorológica (OMM 83270).

Mês/Anos	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10	10/11
Maio	0	5,7	0	5,1	0	15,4	3,4
Junho	0	0	0	0	0	43,7	3,4
Julho	0	0	0	2,2	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	13,6	0
Setembro	0	34,4	79,7	0	40,8	129,1	2,2
Outubro	335,0	78,2	237,3	89,7	71,1	172,6	103,3
Novembro	122,1	230,5	199	184	255,9	233,6	288,3
Dezembro	269,2	428,8	357	248,4	331	301,5	408,4
Janeiro	262,6	156,2	373,8	269,1	271,8	275,9	496,2
Fevereiro	307,4	197,5	595,8	612,8	432,3	336,6	274,2
Março	267	330,5	58,4	240,5	276,2	238,8	302,4
Abril	87,7	142,6	87,8	208,2	379,2	113,1	117,2
Seco	0	40,1	79,7	7,3	40,8	201,8	9
Chuvoso	1651	1564,3	1909,1	1852,7	2017,5	1672,1	1990
Total	1651	1604,4	1988,8	1860	2058,3	1873,9	1999

A floração e a frutificação foram fortemente sazonais, com sincronia das fenofases reprodutivas do conjunto de espécies variando entre 10% e 40% e com intensidade de até 30%, com picos anuais de floração no período seco e picos de frutificação ao final do período seco e na primeira metade do período chuvoso. Todas as espécies floresceram e frutificaram durante o período de observações. (Figura 3).



**Figura 3** - Proporção de indivíduos (A e C) e índice de intensidade de Fournier (B e D) de 12 espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana - MT. Em A e B eventos vegetativos (folha jovem = ●—; folha madura = --○-- ) e em C e D eventos reprodutivos (flor = —▲ e fruto = —△—). A área cinza representa o período seco.

### 3.3. Comportamento fenológico específico

As 12 espécies estudadas apresentaram comportamento fenológico vegetativo sempre verde com crescimento sazonal (Figuras 4, 5 e 6). No entanto, houve variações interespecíficas quanto à intensidade de folhas adultas na copa das plantas, bem como na intensidade de produção de folhas novas. Em um extremo, nas espécies como *Ocotea guianensis* e *Amaioua guianensis* a proporção de folhas adultas na copa foi geralmente superior a 60%, enquanto a proporção de folhas jovens produzidas foi sempre inferior a 50% e em raras situações a proporção de folhas jovens superou a de folhas adultas em uma determinada época do ano. Em outro extremo, nas espécies *Dacryoides microcarpa* e *Pouteria ramiflora*, durante o período seco a proporção de folhas jovens foi superior a de folhas adultas. Assim, apesar de todas as espécies terem comportamento SVS, a intensidade de substituição das folhagens pode variar desde mais lenta e gradual a mais rápida e intensa (figuras 4, 5 e 6).

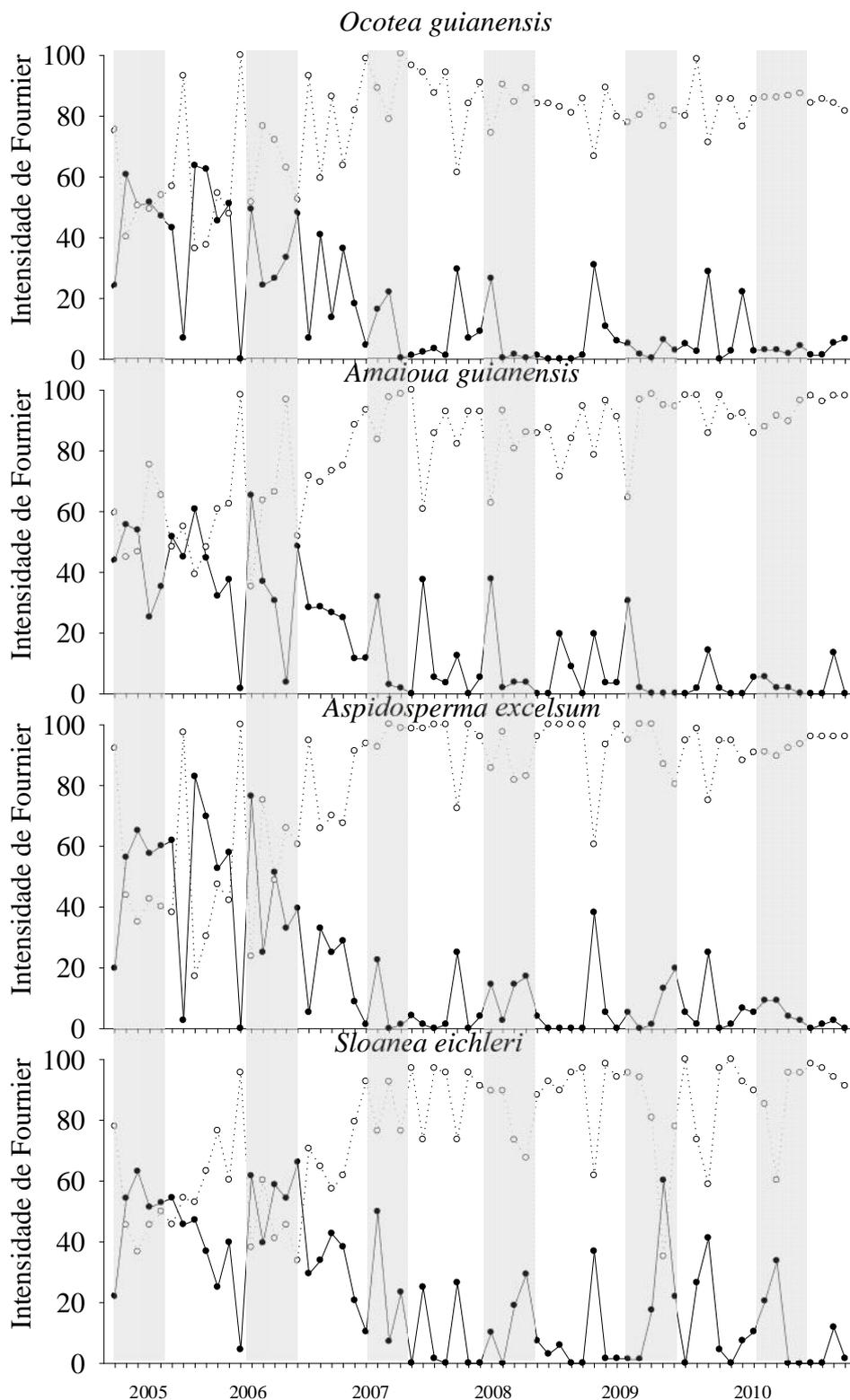
Entre os anos de 2007 e 2010, 11 das 12 espécies estudadas apresentaram produção de folhas novas e perdas de folhas, ou seja, redução no número de folhas adultas, em picos que ocorreram tanto no período chuvoso quanto no período seco e apenas em *Trattinnickia glaziovii* a produção e perda de folhas foram concentradas no auge do período chuvoso.

Os padrões descritos acima para as 12 espécies foram diferentes nos anos de 2005 e 2006 (anos mais secos) quando comparados aos anos mais chuvosos (2007, 2008, 2009, 2010), com as 12 espécies estudadas apresentando picos mais prolongados e mais intensos de produção de folhas (Índices de Fournier superiores a 50%). Naqueles dois anos mais secos foram também registrados os menores índices de folhas adultas nas copas das árvores (Índices de Fournier inferiores a 50%), fatos que sugerem maior deciduidade e mais intensa e prolongada brotação e substituição da folhagem perdida.

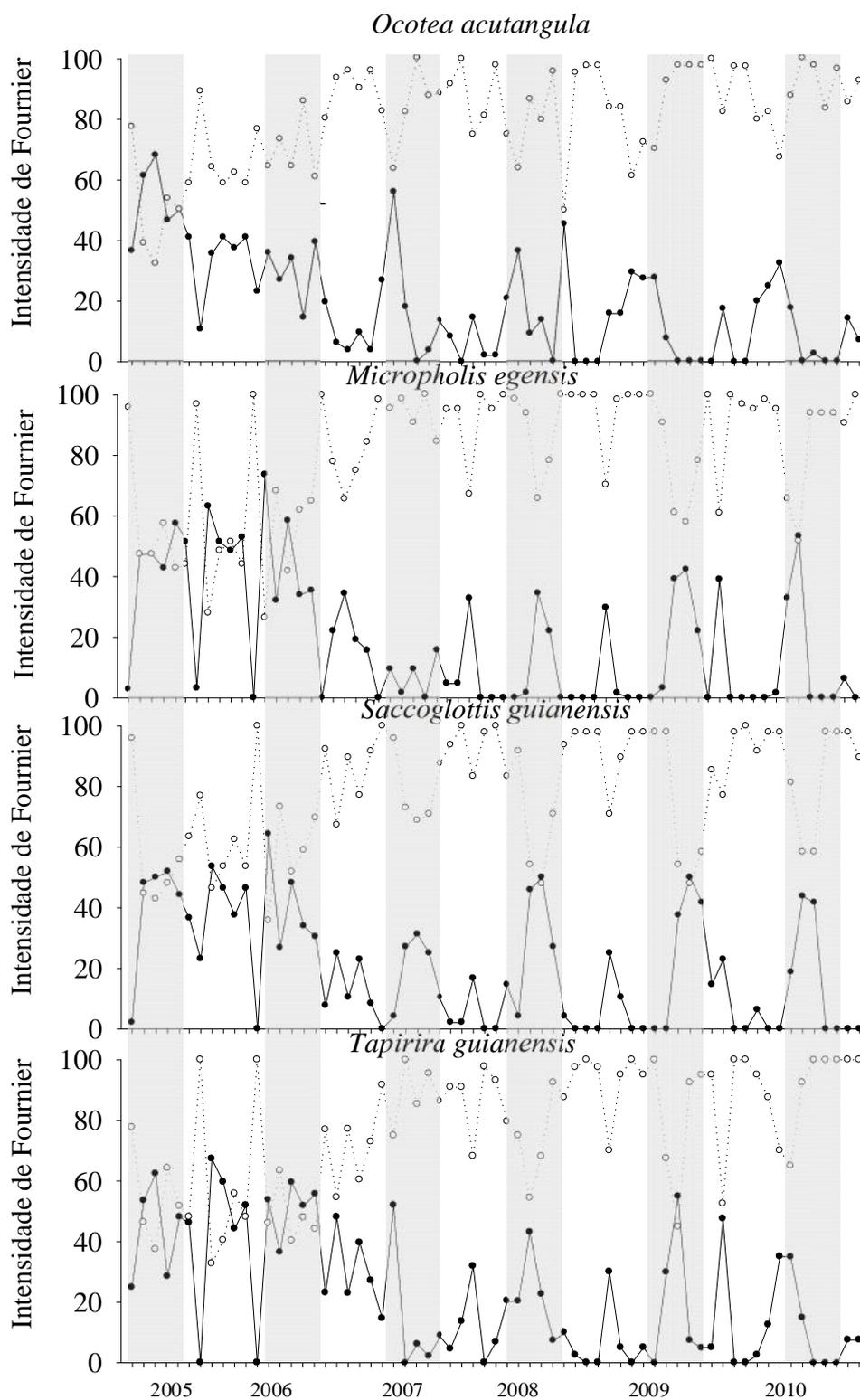
**Tabela 2** - Comportamentos fenológicos vegetativos, reprodutivos e síndromes de dispersão de 12 espécies arbóreas observadas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana - MT. Em: N = número de indivíduos, PREC = precoce, TARD = tardia, RETA = retardada, CONT = contínuo, SUBA = subanual, ANUA = anual, SUPR = supra-anual, BREV = breve, INTE = intermediário, EXTE = extenso, ANEM = anemocórica, ZOOC = zoocórica e BARO = barocórica.

Espécie	Família	N	Floração			
			Ocorrência <sup>1</sup>	Frequência <sup>2</sup>	Duração <sup>2</sup>	Dispersão <sup>3</sup>
<i>Ocotea guianensis</i> Aubl.	Lauraceae	22	TARD/RETA/PREC	SUBA/CONT	EXTE	ZOOC
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	Rubiaceae	15	PREC.	ANUA	BREV/INTE	ZOOC
<i>Aspidosperma excelsum</i> Benth.	Apocynaceae	20	TARD/RETA/PREC	CONT	EXTE	ANEM
<i>Sloanea eichleri</i> K. Schum.	Eloeocarpaceae	17	RETA/TARD	SUPR	BREV/INTE	BARO
<i>Ocotea acutangula</i> Mez	Lauraceae	14	TARD/RETA/PREC	ANUA/SUBA	BREV/INTE	ZOOC
<i>Micropholis egensis</i> (A.DC) Pier.	Sapotaceae	18	TARD/PREC	ANUA	INTE	ZOOC
<i>Saccoglottis guianensis</i> Benth.	Humiriaceae	14	TARD/RETA/PREC	SUBA	INTE	ZOOC
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	15	TARD/PREC	ANUA	BREV/INTE/EXTE	ZOOC
<i>Xylopia amazonica</i> R. E. Fries	Annonaceae	17	TARD/PREC	SUBA	INTE	ZOOC
<i>Trattinnickia glaziovii</i> Swartz	Burseraceae	18	TARD	SUPR	INTE	ZOOC
<i>Dacryoides microcarpa</i> Cuatr.	Burseraceae	13	TARD	ANUA	BREV/INTE	ZOOC
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Sapotaceae	15	TARD	ANUA	INTE	ZOOC

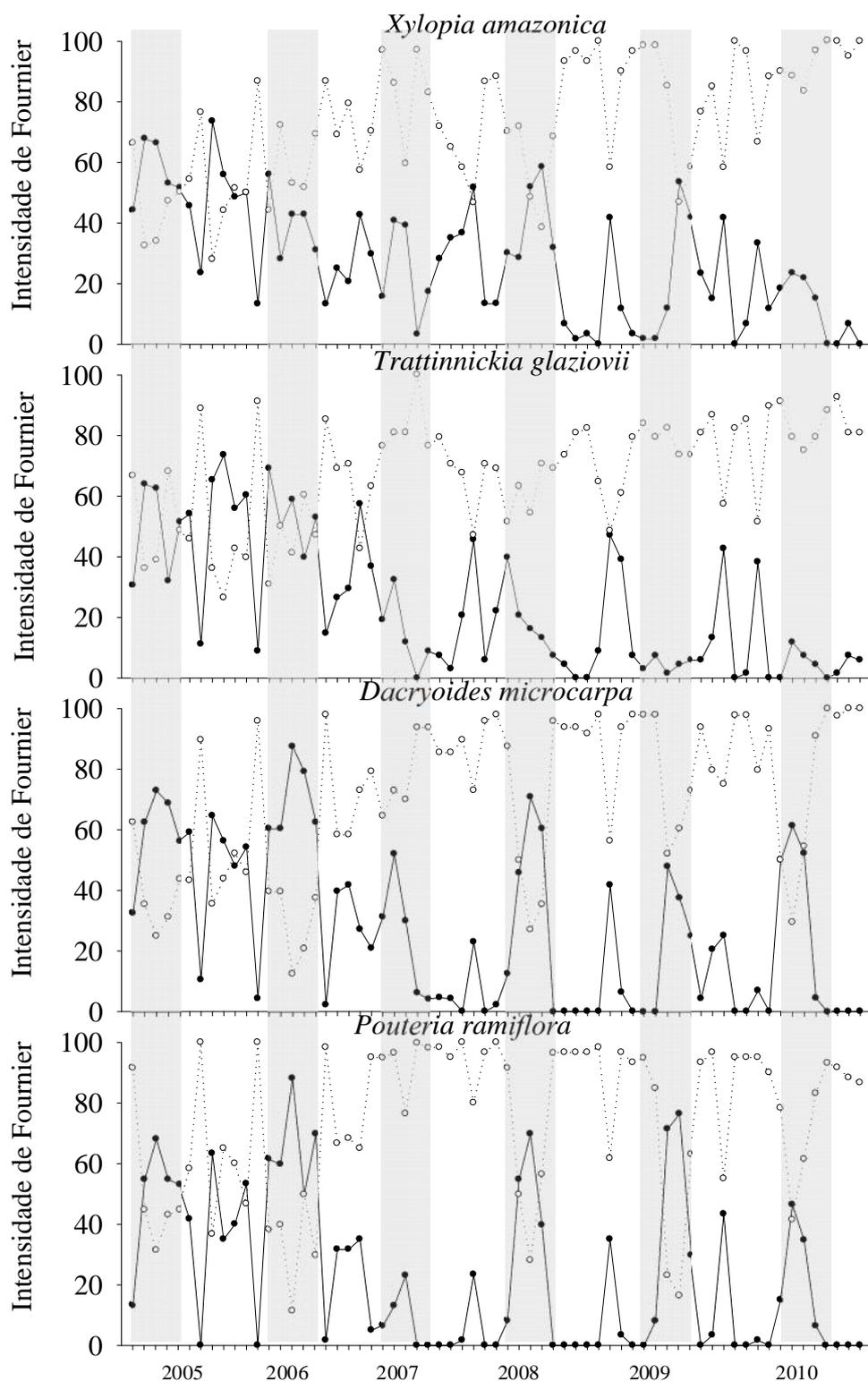
1. Sarmiento & Monastério (1983); 2. Newstrom et al (1994) e 3. van der Pijl (1982).



**Figura 4** – Índice de intensidade de Fournier (%) para folhas maduras (---○---) e jovens (—●—) de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana – MT. Em (■) período seco.



**Figura 5** – Índice de intensidade de Fournier (%) para folhas maduras (---○---) e jovens (—●—) de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana – MT. Em ( ) período seco.



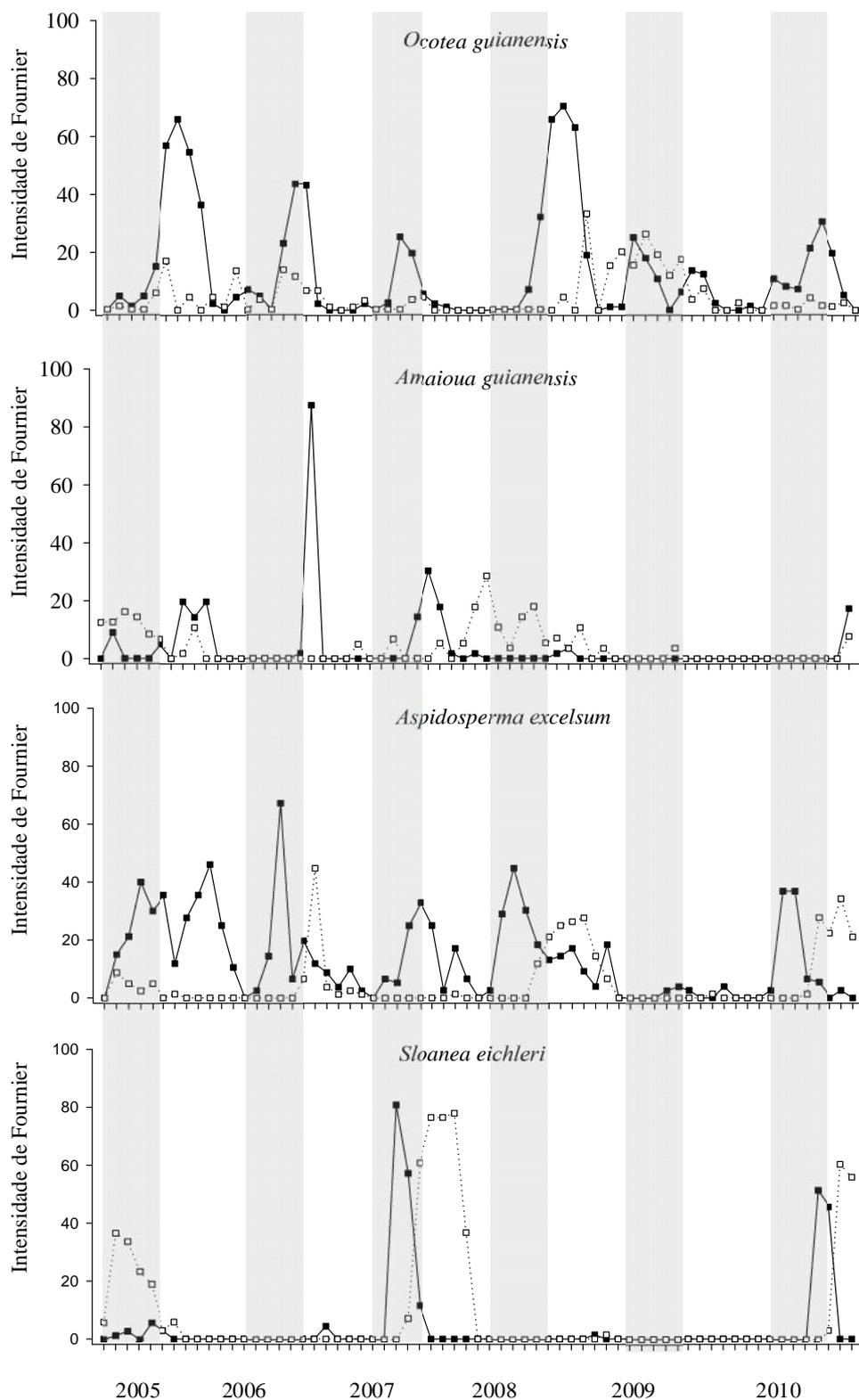
**Figura 6** – Índice de intensidade de Fournier (%) para folhas maduras (--o--) e jovens (—●) de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana – MT. Em ( ) período seco.

### 3.4. Comportamento fenológico reprodutivo das espécies

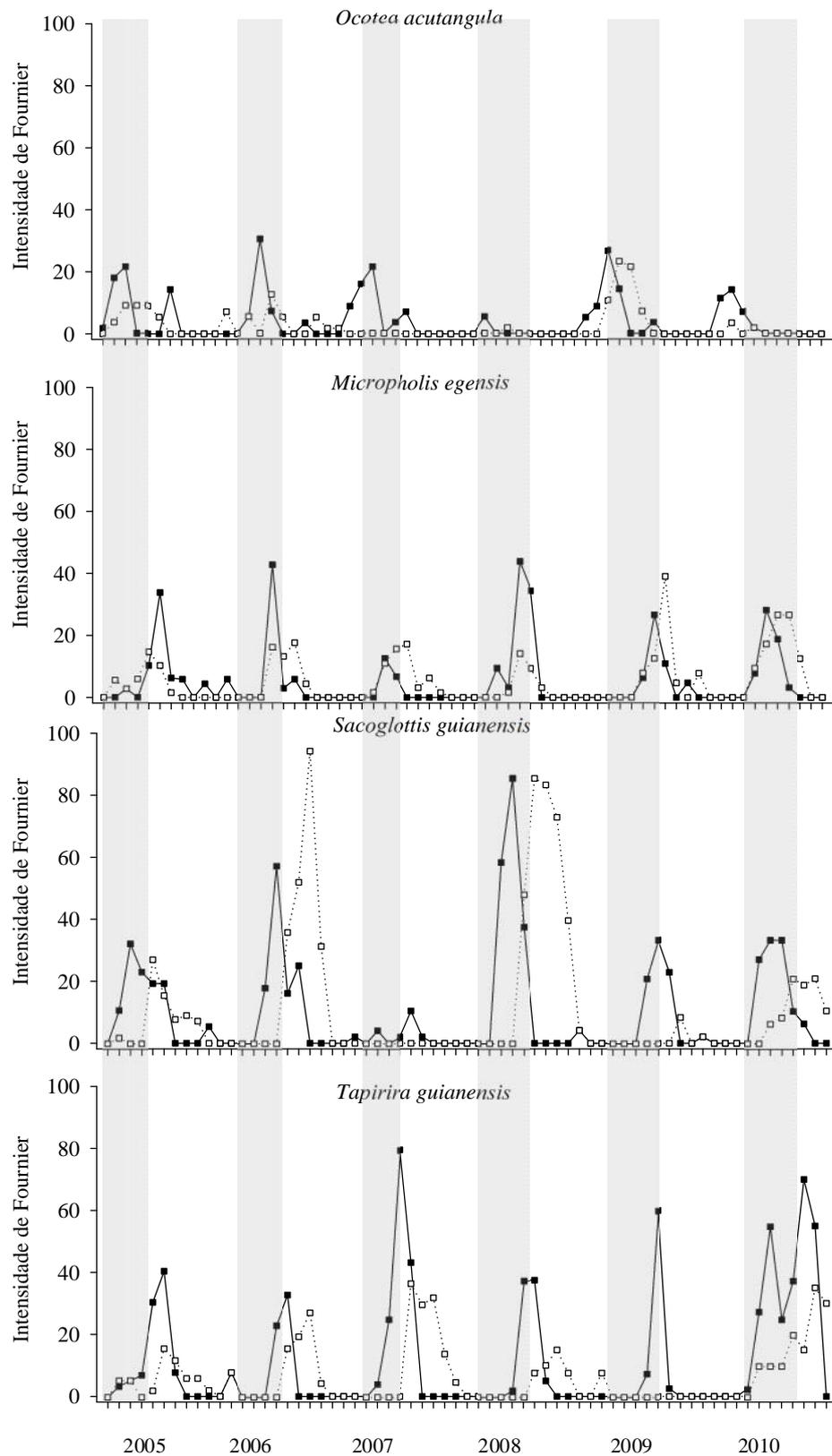
O momento de ocorrência da floração apresentou ampla variação tanto interespecífica quanto intraespecífica, pois oito espécies apresentaram pelo menos duas categorias quanto ao momento de ocorrência da floração. Nota-se, no entanto, um predomínio de floração tardia (com ocorrência no auge do período seco, nos meses de junho, julho e agosto) e precoce (no início das chuvas, nos meses de novembro e dezembro), pois onze e oito espécies apresentaram esse tipo de floração em algum momento durante o tempo de estudo (Tabela 2 e Figuras 7, 8 e 9).

Houve predomínio de espécies com floração em picos e frequência igual ou inferior a um ano (floração anual e/ou subanual) com nove espécies, enquanto apenas duas espécies apresentaram floração supra-anual e uma floresceu continuamente (Tabela 2, Figuras 7, 8 e 9). Em relação à duração, 10 espécies apresentaram floração breve e/ou intermediária e em apenas duas a floração foi extensa (Tabela 2, Figura 7).

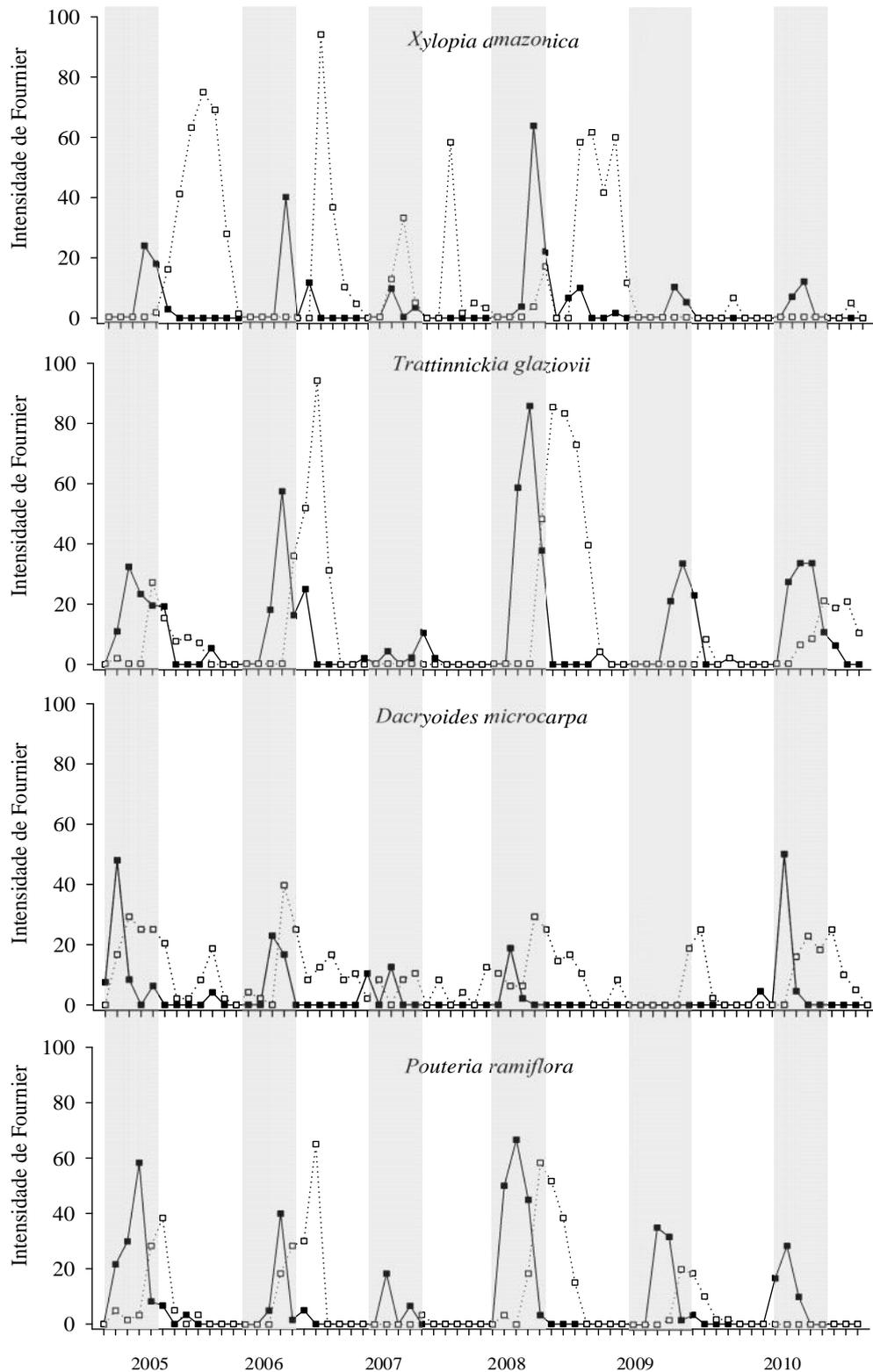
A dispersão zoocórica foi predominante (10 espécies), enquanto as dispersões barocóricas e anemocóricas foram representadas por apenas uma espécie cada (Tabela 2). A intensidade e frequência de frutificação variaram entre as espécies desde aquelas com dois ou mais picos com intensidade superior a 20% (*Trattinnickia glaziovii*, *Xylopia aromatica*, *Pouteria ramiflora*, *Saccoglottis guianensis*, *Tapirira guianensis*, *Aspidosperma excelsum*, *Dacryodes microcarpa*, *Sloanea eichleri*) até espécies com picos frequentes, mas com intensidade igual ou inferior a 20% (*Amaioua guianensis*, *Micropholis egensis*, *Ocotea acutangula*, *Ocotea guianensis*). Entre 10 espécies zoocóricas (Tabela 2) cinco produziram frutos tanto no período seco quanto no chuvoso (*A. guianensis*, *D. microcarpa*, *M. egensis*, *O. acutangula* e *O. guianensis*) e cinco apenas no período chuvoso (*P. ramiflora*, *S. guianensis*, *T. guianensis*, *T. glaziovii* e *Xylopia amazonica*) (Figura 7, 8 e 9). Os picos de produção de frutos em *Aspidosperma excelsum*, espécie anemocórica, foram regulares entre anos, sempre ocorrendo na transição entre o período seco e o chuvoso, enquanto *Sloanea eichleri*, espécie barocórica, produziu frutos tanto na seca quanto na chuva (Tabela 2, Figura 7).



**Figura 7** – Índice de intensidade de Fournier das fenofases reprodutivas floração (—■—) e frutificação (- -□-) de seis espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana – MT. Em (■) período seco.



**Figura 8** – Índice de intensidade de Fournier das fenofases reprodutivas floração (—■—) e frutificação (- -□ - -) de seis espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana – MT. Em (■) período seco.



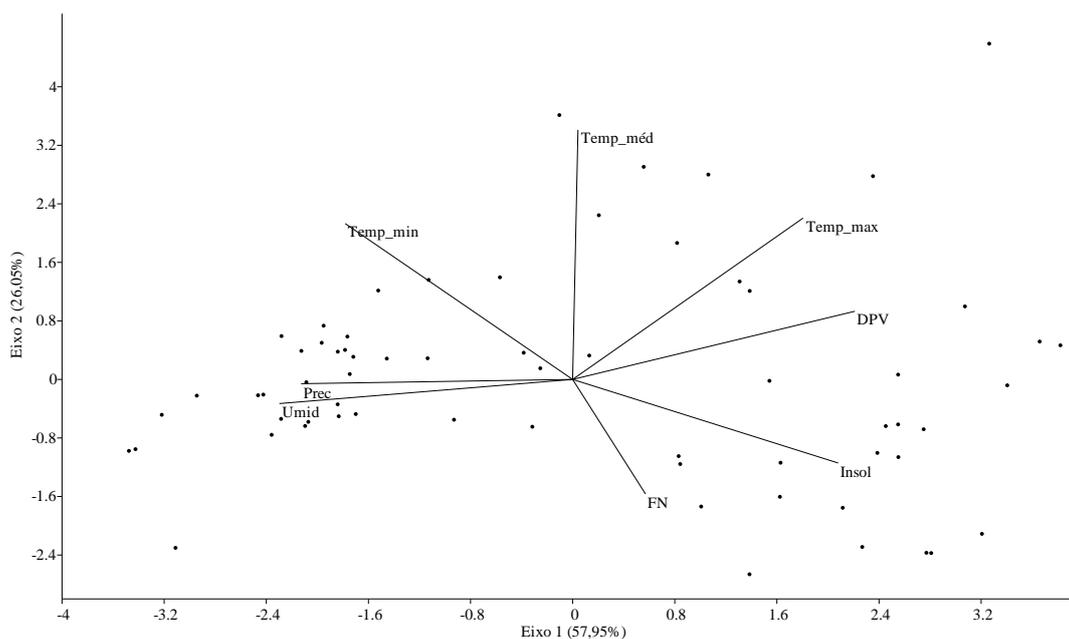
**Figura 9** – Índice de intensidade de Fournier das fenofases reprodutivas floração (—■—) e frutificação (---□---) de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana – MT. Em (■) período seco.

### 3.5. Relação entre fenofases e variáveis climáticas

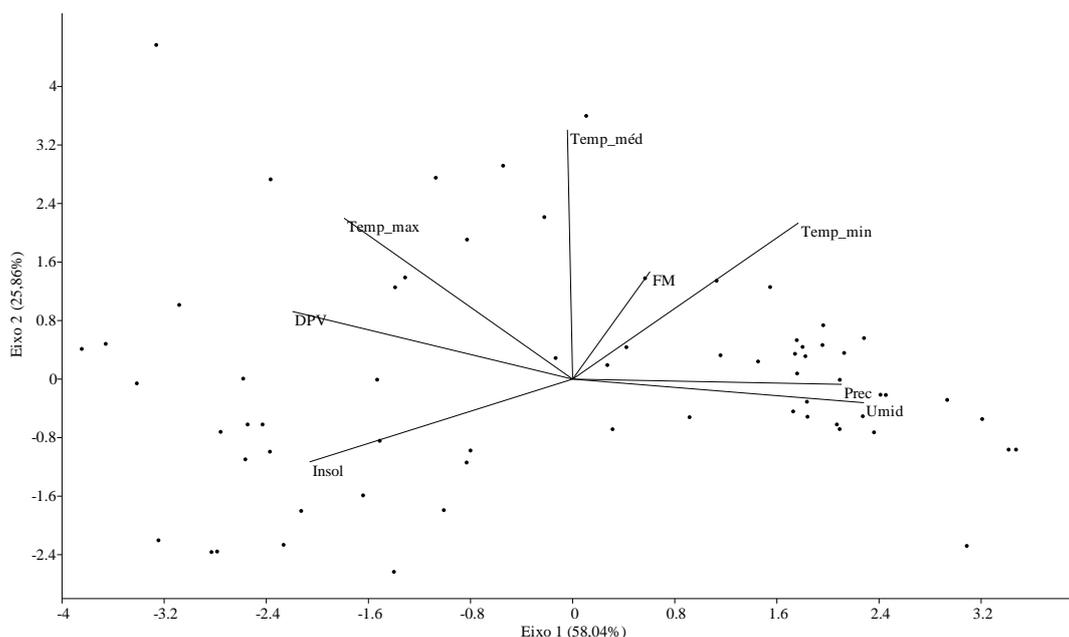
O primeiro eixo da análise dos componentes principais explicou 57,95% da variação no tempo de folhas novas (auto valores = 4,6366), enquanto o eixo 2 explicou, 26,05% (auto valores = 2,0843), que juntos explicaram 84% da variação total observada (Figura 10). Para o eixo 1, os fatores climáticos mais significativos foram umidade (*loadings* = -0,974), déficit de pressão de vapor do ar (DPV) (0,937), precipitação (-0,902), insolação (0,882), temperatura máxima (0,765), e mínima (-0,755), enquanto que as variáveis mais relacionadas ao eixo 2 foram a temperatura média (0,969), temperatura máxima (0,627) e a temperatura mínima (0,605). (Figura 10).

Os dois primeiros eixos da análise de componentes principais explicaram 83,9% da variação observada nos eventos de folha madura. O eixo 1 explicou 58,04% da variação (auto valores = 4,643) e foi relacionado positivamente com a umidade do ar (*loadings* = 0,975), precipitação (0,900), e temperatura mínima (0,755) e negativamente com o DPV (-0,938), a insolação (-0,880) e temperatura máxima (-0,765). O eixo 2 explicou 25,8 da variação (auto valores = 2,069) e relacionou positivamente com temperatura média (0,972), temperatura máxima (0,627), e temperatura mínima (0,609). (Figura 11).

Assim, a maior parte da produção de folhas novas é mais evidente quando há aumento no DPV, nas horas de insolação, e nas temperaturas máxima e média e ocorre menor brotação em momentos de maior umidade, precipitação e temperatura mínima. Por outro lado, a manutenção de folhas maduras na copa está relacionada com maior umidade, precipitação e temperatura mínima e seus menores índices foram registrados quando houve maior DPV, insolação e temperatura máxima.



**Figura 10** - Ordenação das variáveis climáticas correlacionadas com os eventos de folha nova de 12 espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana – MT. Em: Prec = precipitação, Umid = umidade, Insol = insolação, Temp\_max = temperatura máxima, Temp\_méd = temperatura média, Temp\_min = temperatura mínima e DPV = déficit de pressão de vapor.

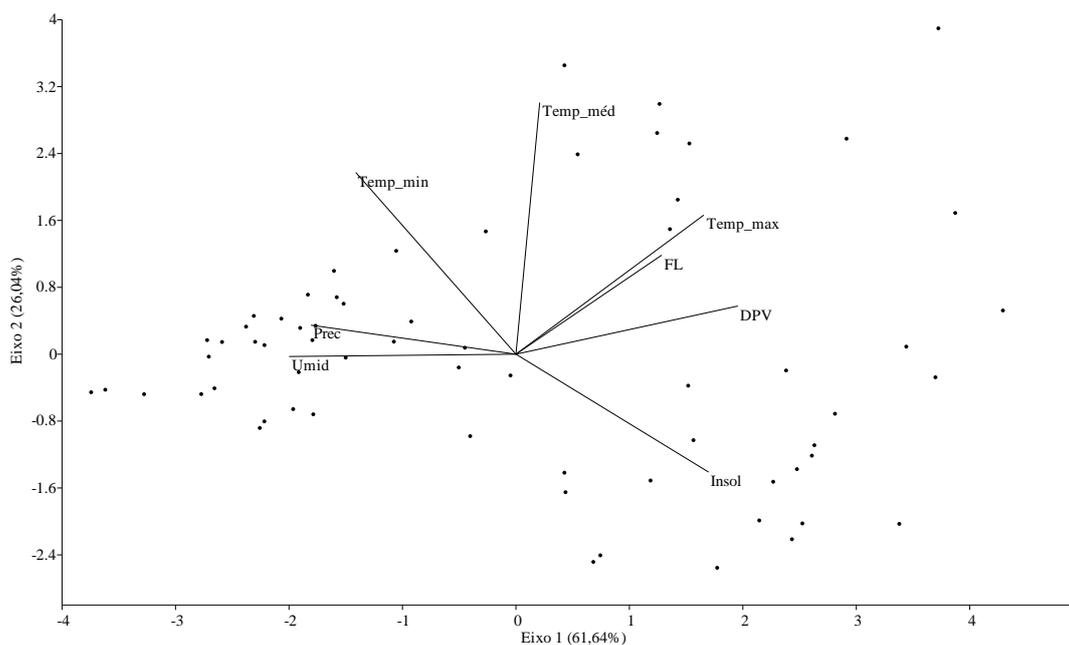


**Figura 11** - Ordenação das variáveis climáticas correlacionadas com os eventos de folha madura de 12 espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana – MT Em: Prec = precipitação, Umid = umidade, Insol = insolação, Temp\_max = temperatura máxima, Temp\_méd = temperatura média, Temp\_min = temperatura mínima e DPV = déficit de pressão de vapor.

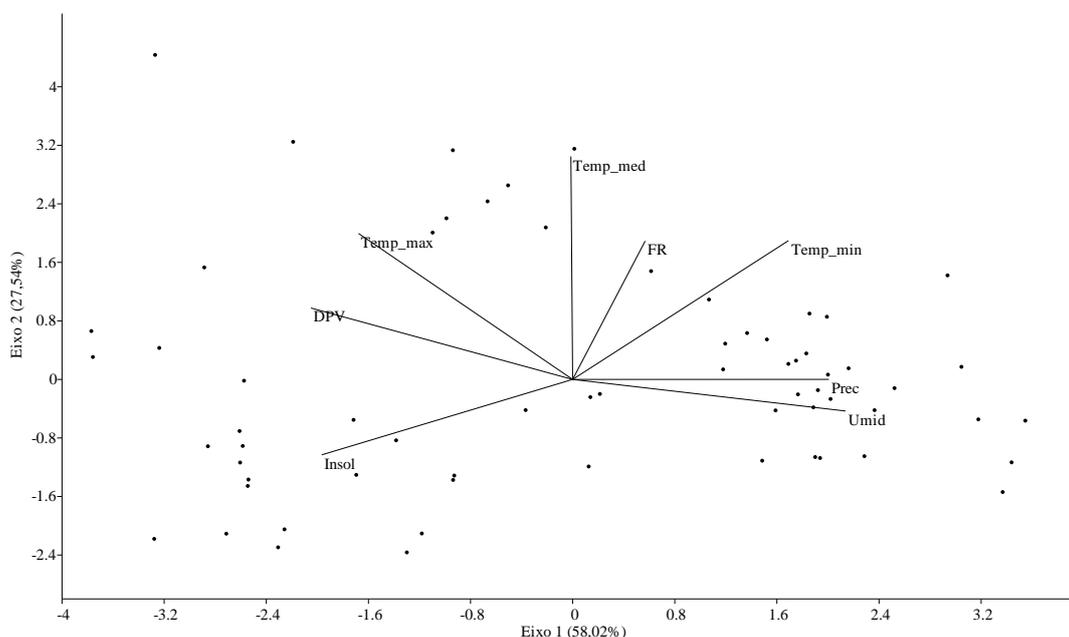
O primeiro eixo da análise dos componentes principais explicou 61,64% da variação no tempo de floração (auto valores = 4,931), enquanto o eixo 2 explicou, 26,042 (auto valores = 2,083), que juntos explicaram 87,68% da variação total observada (Figura 12). Para o eixo 1, as variáveis climáticas correlacionadas positivamente com a floração foram DPV (*loadings* = 0,961), insolação (0,834) e temperatura máxima (0,814) e negativamente, umidade (-0,983), precipitação (-0,888), e temperatura mínima (-0,694), enquanto que as variáveis mais relacionadas ao eixo 2 foram a temperatura média (0,961) e a temperatura mínima (0,694). (Figura 12).

Os dois primeiros eixos da análise de componentes principais explicaram 85,56% da variação observada nos eventos de frutificação. O eixo 1 explicou 58,02% da variação (auto valores = 4,641) e foi relacionado positivamente com a umidade (*loadings* = 0,967), precipitação (0,908), e temperatura mínima (0,765) e negativamente com o DPV (-0,928), a insolação (-0,889) e temperatura máxima (-0,759). O eixo 2 explicou 27,54% da variação (auto valores = 2,203) e relacionou positivamente com as temperaturas média (0,950) e máxima (-0,622). (Figura 13).

Assim, a maior parte da floração se intensifica quando as temperaturas se elevam e a disponibilidade de água diminui, ou seja, quando os valores de demanda evaporativa do ar e o tempo de insolação diária são altos e a precipitação e a umidade estão baixas. Ao contrário, a produção de frutos é intensificada com aumentos na disponibilidade de água, ou seja, quando os índices pluviométricos e a umidade são mais elevados e quando a demanda evaporativa do ar e o tempo de insolação são menores.



**Figura 12** - Ordenação das variáveis climáticas correlacionadas com os eventos de floração de 12 espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana – MT. Em: Prec = precipitação, Umid = umidade, Insol = insolação, Temp\_max = temperatura máxima, Temp\_méd = temperatura média, Temp\_min = temperatura mínima e DPV = déficit de pressão de vapor.



**Figura 13** - Ordenação das variáveis climáticas correlacionadas com os eventos de frutificação de 12 espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Canarana – MT. Em: Prec = precipitação, Umid = umidade, Insol = insolação, Temp\_max = temperatura máxima, Temp\_med = temperatura média, Temp\_min = temperatura mínima e DPV = déficit de pressão de vapor.

#### 4. Discussão

A evidente sazonalidade na precipitação, temperatura, umidade e insolação observada na Fazenda Tanguro, com períodos que variaram em até quatro meses de ausência das chuvas, é também típico do Bioma Cerrado (Oliveira 2008, Silva et al. 2008) e, predominantemente, onde ocorrem formações savânicas (Ribeiro & Walter 2008, Silva et al. 2008). No entanto, os índices pluviométricos anuais (menor e maior valor de precipitação anual) e as temperaturas médias mensais (menor e maior valor de médias mensais) registrados durante o período de estudo, foram superiores aqueles registrados para o Bioma Cerrado (Marimon et al. 2001, Silva et al. 2008), mas semelhantes aos registrados para áreas de Floresta Amazônica Brasileira (Brando et al. 2006, Pinto et al. 2008, Balch et al. 2008). Esse clima com características intermediárias entre as do Cerrado e da Floresta Amazônia pode ser uma das causas para o estabelecimento de formações florestais de transição e para o comportamento

fenológico vegetativo das espécies vegetais, pois um dos fatores que mais influenciam o comportamento fenológico das espécies é seu habitat, determinado por padrões climáticos atuando como força seletiva sobre as fenofases das plantas (Seghieri et al. 1995, Huete et al. 2006, Becerra et al. 2009).

A maioria das espécies lenhosas de formações savânicas (*cerrado sensu stricto*) e florestais (*cerradão*, mata ciliar e matas secas) do Bioma Cerrado, apresentam diferentes graus de deciduidade foliar (Bulhão & Figueiredo 2002, Pirani et al. 2009, Figueiredo 2008), caracterizando vegetação tipicamente semidecídua ou decídua (Lenza & Klink 2006, Silvério & Lenza 2010). Uma exceção no bioma são as matas associadas a pequenos cursos d'água, cujos solos são mais úmidos (Prado & Gibbs 1983, Oliveira-Filho & Ratter 1995, Schiavini et al. 2001) e as espécies arbóreas são geralmente sempre verdes (vegetação perenifólia) (Gouveia & Felfili 1998, Marimon et al. 2001). Por outro lado, as espécies arbóreas amazônicas, tanto de várzea quanto de terra firme, são, predominantemente, sempre verdes, caracterizando assim vegetação florestal tipicamente perenifólia (Puig 2008).

O volume e a sazonalidade das chuvas, bem como a disponibilidade de água nos solos, são os prováveis fatores determinantes para a deciduidade das espécies arbóreas no Cerrado e na Floresta Amazônica (Ratter et al. 1973, Ivanauskas 2004, Lenza & Klink 2006, Silvério & Lenza 2010, Puig 2008). Assim, é esperado que as condições de sazonalidade intermediária nas florestas de transição expliquem o predomínio de espécies sempre verde com crescimento sazonal nessa região. Esse foi o comportamento exclusivo das 12 espécies lenhosas avaliadas na Fazenda Tanguro.

De fato, se existe um forte ajuste entre o grau de deciduidade das espécies arbóreas da transição e a disponibilidade de água no solo, seja pela ocorrência de maiores índices pluviométricos anuais, seja pela ocorrência de períodos secos mais severos, é esperado que em anos menos chuvosos e com estação seca mais rigorosa os níveis de deciduidade da comunidade e das espécies sejam mais elevados. Esse fato foi notado para as 12 espécies aqui analisadas, uma vez que estas apresentaram eventos mais intensos de deciduidade e picos de brotação mais intensos justamente nos anos de 2005 e 2006, anos que apresentaram os menores índices pluviométricos e dois períodos secos consecutivos severos. Assim, em anos com baixa precipitação média anual e com período seco mais rigoroso (alta sazonalidade), o grau de deciduidade da comunidade arbórea da transição é mais acentuado, se assemelhando ao de comunidades florestais

do Cerrado (Franco et al. 2005, Lenza & Klink 2006, Pirani et al. 2009, Silvério & Lenza 2010). Huete et al. (2006), em estudos com observações via satélite, sugere que a estação seca com picos de irradiação solar influencia na atividade fenológica das espécies da floresta tropical. Portanto, nos anos menos chuvosos, com secas mais severas, ocorre forte influência sobre o metabolismo da floresta tropical, onde o aumento na radiação solar pode impulsionar a produtividade vegetal. No entanto, por períodos prolongados o efeito acaba induzindo o fechamento dos estômatos, a maior deciduidade foliar e, até mesmo, a mortalidade de árvores (Brando et al. 2010).

Esses resultados sugerem que as espécies arbóreas da transição apresentam certa plasticidade fenotípica dos eventos vegetativos em relação às variações anuais no volume e distribuição das chuvas. A perda mais acentuada da folhagem nos anos de 2005 e 2006 seria acompanhada ou compensada por eventos mais intensos e prolongados de brotação e renovação da folhagem. A brotação, mesmo no auge do período seco, seria garantida pelo estoque de água nas camadas mais profundas do solo, uma vez que espécies florestais da transição geralmente possuem sistemas radiculares profundos, podendo ser encontradas raízes a uma profundidade de até 18m, o que para estas florestas pode representar a manutenção das taxas de transpiração e amenizar os impactos das secas (Nepstad et al. 1994). Ainda, segundo Reich & Borchert (1984, 1988) e Borchert (1994), a perda da folhagem de espécies arbóreas tropicais sazonais e, conseqüentemente a redução da transpiração, devolve o equilíbrio hídrico interno e permite a produção de uma nova coorte de folhas. Sugere-se que o maior nível de deciduidade, em anos com menor disponibilidade de água, pode ser uma estratégia funcional das espécies para lidar com variações climáticas, comumente registradas na região de transição (Pedroni et al. 2002, Pirani et al. 2009, Silvério & Lenza 2010).

Outra evidência de que as árvores estão acessando reserva de água, provavelmente de camadas profundas do solo e também possivelmente do caule durante o período seco, é que foram notados dois picos anuais de produção de folhas jovens, um na estação seca e outro na chuvosa. Ainda, considerando as espécies separadamente, 11 das 12 espécies estudadas produziram folhas novas intensamente tanto no período seco quanto no chuvoso. Apenas *Trattinnickia glaziovii*, concentrou a produção de folhas na estação chuvosa, mas mesmo nessas espécies ainda foram notados alguns picos isolados durante a estação seca.

O padrão aqui observado de produção de folhas em picos, tanto no período seco quanto no período chuvoso, difere daquele apresentado por espécies lenhosas de Cerrado, sejam de formações Florestais (Gouveia & Felfili 1998) ou savânicas (Lenza & Klink 2006, Pirani et al. 2009, Silvério & Lenza 2010), cuja brotação ocorre predominantemente em um único pico na transição entre o período seco e o período chuvoso. Também a produção bianual de folhas difere daquela apresentada por espécies arbóreas de Floresta Amazônica, em regiões sem sazonalidade climática, que consiste em produção e queda contínua de folha ao longo do ano (Alencar 1979, Alencar 1994, Haugaasen & Peres 2005). Novamente, é observado que o comportamento fenológico vegetativo de espécies lenhosas da transição é intermediário entre aqueles observados no Cerrado e na Floresta Amazônica. Esse padrão pode estar sendo determinado pelas condições climáticas da transição (sazonal com índices pluviométricos em torno de 2.000 mm), intermediários entre Cerrado (fortemente sazonal e com índices pluviométricos anuais em torno de 1500 mm) (Ivanauskas 2004) e Floresta Amazônica (não sazonal e com pluviosidade anual em torno de 3000 a 4000 mm) (Puig 2008, Silva et al. 2008). É possível que a seleção de espécies na transição possa ocorrer em função dos ajustes fenológicos vegetativo das espécies às condições climáticas vigentes na região.

Diferente do que foi observado para a produção e perda de folhas, a floração e a frutificação das 12 espécies consideradas em conjunto foram anuais e sazonais com predomínio de floração na estação seca, ou seja, tardia de acordo com a classificação de (Sarmiento & Monastério 1983) e a frutificação na transição entre o período chuvoso e o período seco, ou mesmo no auge do período chuvoso. A floração na segunda metade da estação seca permite que os frutos formados iniciem e completem seu desenvolvimento, o que demanda muita água, ou seja, ocorrem no período com elevada disponibilidade hídrica nos solos (período chuvoso).

Para Oliveira (2008), a época em que acontecem os eventos reprodutivos nas plantas é determinante para a manutenção das populações, assegurando a germinação, o estabelecimento e a sobrevivência dos indivíduos jovens, pois de acordo com (Janzen 1967, Foster 1992, Oliveira 2008), a maturação dos frutos e dispersão de sementes no final da estação seca e início da estação chuvosa é vantajosa para as sementes, pois estas apresentam maiores possibilidades de germinação e crescimento de plântulas devido à

umidade e, teriam toda a estação úmida para desenvolver o sistema radicular e se estabelecer para a próxima estação seca.

Estes resultados foram confirmados pela PCA, que sugeriu floração mais intensa em períodos com menor disponibilidade de água e, ao contrário, menor intensidade de floração em períodos com maior oferta hídrica, corroborando com a ideia de Janzen (1967), que cita a floração na época seca como uma vantagem para as espécies, devido às condições climáticas e bióticas favoráveis, pois neste período há uma menor atuação de herbívoros, não havendo chuvas pesadas que danifiquem as flores, além da redução das folhas na copa facilitar a visualização das flores pelos polinizadores.

Notamos ainda que pode haver ligação funcional entre a produção de folhas e a floração e frutificação, uma vez que para a maioria das espécies a brotação na estação seca antecedeu ou foi concomitante com a floração. Desse modo, a intensa produção de folhas no período seco poderia aumentar a capacidade fotossintética dos indivíduos e conseqüentemente a produção de carboidratos que sustentariam a floração e conseqüente formação de frutos.

A floração anual ou subanual, com períodos breves ou intermediários de ocorrência predominante entre as 12 espécies aqui estudadas, é um fenômeno comum em ambientes tropicais com sazonalidade evidente. Igualmente, os eventos de frutificação anual e sazonal predominaram entre as espécies estudadas. Floração e frutificação sazonais e concentradas no tempo foram também registradas para espécies lenhosas de distintas formações florestais do Bioma Cerrado (Lenza & Klink 2006, Pirani et al. 2009, Silvério & Lenza 2010) e em Florestas Tropicais (Wright & Calderón 2006). De modo geral, os eventos fenológicos reprodutivos (floração e frutificação) das espécies arbóreas da transição parecem responder melhor à sazonalidade climática do que os eventos vegetativos (produção e queda foliar).

A associação positiva entre floração, altas temperaturas, DPV e maiores horas de insolação por dia e frutificação com associação positiva com as variáveis precipitação e umidade e negativa com a insolação (análises de PCA), reforçam a ideia de que a maioria das espécies de ambientes sazonais tem a floração induzida por reidratação, após redução das folhas na copa e conseqüente redução na transpiração (Borchert 1994).

Os frutos com produção concentrada em períodos com menor restrição hídrica se desenvolveram mais, uma vez que dez das doze espécies estudadas são zoocóricas e com frutos carnosos. Segundo diferentes autores (Batalha & Mantovani 2000, Oliveira

2008, Silvério & Lenza 2010) os frutos zoocóricos são preferencialmente produzidos na estação chuvosa, visando aumento de sua capacidade e tempo de atração.

Por outro lado, as poucas associações entre produção e queda de folhas (redução de folhas adultas) sugerem que em anos com menor rigor climático, ou seja, menor restrição hídrica, outros fatores controladores, que não aqueles aqui analisados, podem também atuar no controle dessas fenofases, uma vez que, como descrito anteriormente, picos desses dois eventos foram registrados tanto no período seco quanto no chuvoso. Isto não significa dizer que as espécies estudadas não sejam sensíveis às variáveis climáticas em questão, uma vez que durante os dois anos mais secos (2005 e 2006) o grau de deciduidade das plantas, e conseqüentemente a produção de folhas, foram mais intensos e prolongados.

## 5. Conclusão

Nossa primeira hipótese de que as espécies arbóreas de transição são sempre verdes, mas com fenofases vegetativas e reprodutivas sazonais foi confirmada apenas parcialmente, uma vez que, apesar do comportamento fenológico perenifólio ser dominante, apenas floração e frutificação foram sazonais e associadas às variações na precipitação e umidade dentro de um intervalo de 12 meses. Em relação ao comportamento fenológico vegetativo, as espécies da transição diferiram tanto daquelas do Bioma Cerrado, que são predominantemente decíduas ou semidecíduas (Lenza & Klink 2006, Pirani et al. 2009, Silvério & Lenza 2010), quanto daquelas da Amazônia, que são predominantemente sempre verdes com crescimento contínuo (Alencar 1979, Alencar 1994, Haugaasen & Peres 2005).

Nossa segunda hipótese, de que os níveis de deciduidade foliar são acentuados em anos com maior rigor climático, foi confirmada, pois todas as 12 espécies estudadas apresentaram eventos mais intensos e prolongados de redução de folhas e de produção de folhas jovens nos dois anos consecutivamente mais secos (2005 e 2006) quando comparados aos anos mais chuvosos (2007, 2008, 2009, 2010). Essa mudança no comportamento fenológico vegetativo sugere forte plasticidade fenológica das espécies às variações climáticas, geralmente observadas nas áreas de transição entre o Cerrado e a floresta Amazônica.

Desse modo, as mudanças climáticas como as possíveis secas provocadas pela elevação antrópica nas concentrações de CO<sub>2</sub> atmosférico nas áreas de transição (Alencar et al. 2004, Fearnside 2006, Davidson et al. 2008), podem levar a maiores níveis de deciduidade das florestas de transição e alterar o ciclo e reduzir o estoque de carbono, elevando assim suas concentrações na atmosfera. Além do mais, não se sabe os limites de tolerância e de ajuste fenológicos das espécies da transição a reduções mais intensas e frequentes nos índices pluviométricos. Se esse limite for ultrapassado, as espécies arbóreas e de maior porte da floresta de transição, poderiam ser substituídas por espécies lenhosas e de menor porte de Cerrado, mais adaptadas a menores índices pluviométricos e a períodos secos mais prolongados. Essa substituição, de uma vegetação florestal por uma savânica reduziria ainda mais a biomassa da vegetação e aumentando a susceptibilidade ao fogo, reduzindo o estoque de carbono na vegetação e aumentando suas concentrações atmosféricas.

Assim, as mudanças no comportamento e o ajuste fenológico das espécies frente ao atual quadro de mudança climática na região, podem promover um mecanismo de retroalimentação positiva entre clima e comportamento fenológico, com consequências ainda não conhecidas para os estoques de carbono na região. Desse modo, estudos fenológicos de longo prazo, são essenciais para se prever as consequências das mudanças no uso da terra sobre o papel funcional da vegetação da transição.

## 6. Referências bibliográficas

ALENCAR, J. C., ALMEIDA, R. A. & FERNANDES, N. P. 1979. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. *Acta Amazônica*, 9(1): 163-198.

ALENCAR, J. C. 1991. Estudos fenológicos de espécies florestais arbóreas e de palmeiras nativas da Amazônia. *In*: Val, A. L.; Figliuolo, R.; Feldberg, E. 1991. Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia: Fatos e Perspectivas. Vol. 1. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. p.215-220.

ALENCAR, J. C. 1994. Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de Sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na Reserva Ducke, Manaus, AM. *Acta Amazonica*, 24(3/4):161-182.

ALENCAR, A., NEPSTAD, D., MCGRATH, D., MOUTINHO, P., PACHECO, P., DIAZ, M. Del C.V. & SOARES-FILHO, B. 2004. Desmatamento na Amazônia: indo além da “Emergência Crônica”. Belém: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. 85p.

ANTUNES, N. B. & RIBEIRO, J. F. 1999. Aspectos fenológicos de seis espécies vegetais em matas de galeria do Distrito Federal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34 (9): 1517-1527.

AUGSPURGER, C. K. & FRANSON, S. E. 1987. Wind dispersal of artificial fruits varying in mass, area and morphology. *Ecology* 68: 27-42.

BAKER, T. R., PHILLIPS, O. L., MALHI, Y., ALMEIDA, S., ARROYO, L., DI FIORE, A., ERWIN, T., HIGUCHI, N., KILLEEN, T. J., LAURANCE, S. G., LAURANCE, W. F., LEWIS, S. L., MONTEAGUDO, A., NEILL, D. A., VARGAS, P. N., PITMAN, N. C. A., SILVA, J. N. M. & MARTINEZ, R. V., 2004. Increasing

biomass in Amazonian forest plots. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences* 359, 353-365.

BALCH, J. K., NEPSTAD, D. C., CURRAN, L. M., BRANDO, P. M., PORTELA, O., GUILHERME, P., REUNING-SCHERER, J. D. & CARVALHO-JR, O. 2010. Size, species, and fire behavior predict tree and liana mortality from experimental burns in the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management* 261:68-77.

BALCH, J. K., NEPSTAD, D. C., BRANDO, P. M., CURRAN, L. M., PORTELA, O., CARVALHO-JR, O. & LEFEBVRE, P. 2008. Negative fire feedback in a transitional forest of southeastern Amazonia. *Global Change Biology* 14:1-12.

BATALHA, M. A. & MANTOVANI, W. 2000. Reproductive phenology patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody flora. *Revista Brasileira de Biologia* 60:129-145.

BECERRA, J. A. B, SHIMABUKURO, Y. E & ALVALÁ, R. C. S. 2009. Relação do padrão sazonal da vegetação com a precipitação na região de Cerrado da Amazônia Legal, usando índices espectrais de vegetação. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 24, n.2, 125-134.

BENCKE, C. S. C. & MORELLATO, L. 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. 1994. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. *Ecology* 75(5) :1437-1449.

BRANDO, P., RAY, D., NEPSTAD, D., GARDINOT, C., CURRAN, L. M. & OLIVEIRA, R. 2006. Effects of partial throughfall exclusion on the phenology of

*Coussarea racemosa* (Rubiaceae) in an east-central Amazon rainforest. *Oecologia* 150:181-189.

BRANDO, P. M., GOETZ, S. J., BACCINI, A., NEPSTAD, D. C., BECK, P. S. A., & CHRISTMAN, M. C. 2010. Seasonal and interannual variability of climate and vegetation indices across the Amazon. *PNAS Early Edition*, p. 1-6.

BUKIT TIMAH, Singapore. *J. Trop. Ecol.* 6: 55–63.

BULHÃO, C. F. & FIGUEIREDO, P. S. 2002. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de Cerrado marginal no nordeste do Maranhão. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, 25:361-369.

COLEY, P. D. & BARONE, J. A. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 27: 305-335.

CROAT, T. B. 1969. Seasonal flowering behavior in Central Panama. *Annals of Missouri Botanical Garden* 56: 295-307.

DAVIDSON, E. A., NEPSTAD, D. C., ISHIDA, F. Y & BRANDO, P. M. 2008. Effects of an experimental drought and recovery on soil emissions of carbon dioxide, methane, nitrous oxide, and nitric oxide in a moist tropical forest. *Global Change Biology* 14: 1–9.

D'ÉÇA NEVES, F. F. & MORELLATO, L. P. C. 2004. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. *Acta Botânica Brasilica* 18: 99-108.

ESCUADERO, A. & MEDIIVILLA, S. 2003. Decline in photosynthetic nitrogen use efficiency with leaf age and nitrogen resorption as determinants of leaf life span. *Journal of Ecology* 91: 880-889.

FEARNSIDE, P. M., 2006. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. *Acta Amazonica* 36, 395-400.

FELFILI, J. M. 2002. Padrões de Diversidade do Cerrado do Centro-Oeste Brasileiro. *In*: ARAÚJO, E. L., MOURA, A. N., SAMPAIO, E. S. B., GESTINARI, L. M. S. & CARNEIRO, J. M. T. (Eds). Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. Recife: Imprensa Universitária, p. 58-67.

FIGUEIREDO, P. S. 2008. Fenologia e estratégias reprodutivas das espécies arbóreas em uma área marginal de cerrado, na transição para o semi-árido no nordeste do Maranhão, Brasil. *Rev. Trópica-Ciências Agrárias e Biológicas*, v.2, n.2, p.8-22.

FOSTER, R. B. 1992. Ciclo estacional de caída de frutos en la isla de Barro Colorado. *In*: E. G. Leigh, A. S. Rand & D. M. Windsor (eds.), *Ecología de un bosque tropical*, Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, p. 219-241.

FOURNIER, L. A. 1974. Um método quantitativo para a medição de características fenológicas em árvores. *Turrialba*, 24:422-423.

FOURNIER, L. A. & SALAS, S. 1966. Algunas observaciones sobre la dinamica de la floración em el bosque húmedo de Villa Cólón. *Revta. Biol. Trop.* 14:75-85.

FRANCO, A. C., BUSTAMANTE, M. M., CALDAS, L. S., GOLDSTEIN, G., MEINZER, F. C., KOZOVITS, A. R., RUNDEL, P. & CORADIN, V. T. R. 2005. Leaf functional traits of Neotropical savanna trees in relation to seasonal water deficit. *Trees* 19(3): 326-335.

GRAHAM, C. H., MOERMOND, T. C., KRISTENSES, K. A. & MVUKIYUMWAMI, J. 1995. Seed dispersal effectiveness by two bulbuls on *Masea lanceolata*, an African montane forest tree. *Biotropica*, v.27, n.4, p.479-486.

GREENPEACE, B. 2006. Cartilha sobre mudanças do clima, mudanças de vida: como o aquecimento global já afeta o Brasil. São Paulo. 13p.

GOUVEIA, G. P. & FELFILI, J. M. 1998. Fenologia de comunidades de Cerrado e de mata de galeria no Brasil Central. *Revista Árvore* 22:443-450.

GUARIM NETO, G. 1992. Biodiversidade do ecossistema pantaneiro: a vegetação do pantanal. *Ver. Inst. Flor.* 4:106-110.

HAUGAASEN, T. & PERES, C. A. 2005. Tree Phenology in Adjacent Amazonian Flooded and Unflooded Forests. *Biotropica* 37(4): 620–630.

HAMMER, O., HARPER, D. A. T. & RYAN, P. D. 2001. PAST - Palaeontological statistics. <http://folk.uio.no/ohammer/past/> (último acesso em 20/06/2012).

HAMILTON, A. C., GLOOR, M., HART, T., HLADIK, A., LLOYD, J., LOVETT, J. C., MAKANA, J. R., MALHI, Y., MBAGO, F. M., NDANGALASI, H. J., PEACOCK, J., PEH, K. S. H., SHEIL, D., SUNDERLAND, T., SWAINE, M. D., TAPLIN, J., TAYLOR, D., THOMAS, S. C. VOTERE, R. & WÖLL, H., 2009. Increasing carbon storage in intact African tropical forests. *Nature* 457, 1003-1007.

HOPKINS, M. J. G. 2007. Modelling the known and Unknown plant biodiversity of the Amazon Basin. *Journal of Biogeography* 34:1400-1411.

HUETE, A. R., DIDAN, K., SHIMABUKURO, Y. E.; RATANA, P., SALESKA, S. R., HUTYRA, L. R., YANG, W., NEMANI, R. R. & MYNENI, R. 2006. Amazon rainforests green-up with sunlight in dry season. *Geophysical research letters*, v. 33.

IVANAUSKAS, N. M., MONTEIRO, R. & RODRIGUES, R. R. 2004. Estrutura de um trecho de floresta Amazônica na bacia do alto rio Xingu. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 34, n. 2, p. 281-305.

JANZEN, D. H. 1980. *Ecologia vegetal nos trópicos*. São Paulo: EDUSP, 79p.

JANZEN, D. H. 1975. Ecology of plants in the tropics. London: Edward Arnold, 66p.

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

KOVACH, W. L. 2004. Oriana for windows, version 2.0, Kovach Computer Services, Pentraeth, Wales, UK.

LENZA, E. & KLINK, C. A. 2006. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, 29:627- 638.

LEWIS, S. L., BRANDO, P. M., PHILLIPS, O. L., VAN DER HEIJDEN, G. M. F., NEPSTAD, D. 2011. The 2010 Amazon Drought. *Science* 331, 554.

LIEBERMAN, D. 1982. Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. *Journal of Ecology*, 70:791-806.

LONGMAN, K. A. & JENIK, J. 1987. Tropical forest and its environment. Longman Scientific Technical, New York, 276p.

LORENZI, H. 2002. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, vol. 1 e 2, 4. ed. – Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 384p.

MAGALHÃES, L. M. S. & ALENCAR, J. C. 1979. Fenologia do Pau-rosa (*Aniba duckei* Kostermans), Lauraceae, em Floresta Primária na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 9(2):227-232.

MANTOVANI, W. & MARTINS, F. R. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*, v.11, p.101-112.

MARIMON, B. S., FELFILI, J. M., LIMA, E. S. & PINHEIRO-NETO, J. 2001. Distribuições de circunferências e alturas em três porções da mata de galeria do Córrego Bacaba, Nova Xavantina-MT. *Revista Árvore*, Viçosa, 25:335-343.

MIKICH, S. & SILVA S. M. 2001. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná. *Acta Bot. Bras.* 15(1): 89-113.

MIRANDA, I. S. 1995. Fenologia do estrato arbóreo de uma comunidade de cerrado em Alterdo-Chão. *Revista Brasileira de Botânica*, 18:235-240.

MMA, 2003. Ministério do Meio Ambiente. Amazônia Sustentável: Contribuição para elaboração de um Plano de Desenvolvimento Sustentável para a Amazônia e subsídios para o Plano Plurianual. MMA 1-10.

NEPSTAD, D. C., CARVALHO, C. R., DAVIDSON, E. A., JIPP, P. H., LEFEBVRE, P. A., NEGREIROS, G. H., SILVA, E. D., STONE, T. A., TRUMBORE, S. E. & VIEIRA, S. 1994. The role of deep roots in the hydrological and carbon cycles of amazonian forests and pastures. *Nature* 372: 666-9.

NEWSTROM, L. E., FRANKIE, G. W., BAKER, H. G. 1994a. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland Tropical Rain Forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*, 26(2):141-159.

NEWSTROM, L. E., FRANKIE, G. W., BAKER, H. G. & COLWELL, R. K. 1994b. Diversity of long-term flowering patterns. *In*: HESPENHEIDE, H. A. & HARTSHORN, G. S. (Eds) 1994. *La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest*. The University of Chicago Press, Chicago. p.142-160.

NUNES DA CUNHA, C. IUNK, W. J & SILVEIRA, E. A. A. 2002. Importância da diversidade de Paisagem e da diversidade arbórea para a conservação do Pantanal. *In*: ARAÚJO, E. L., MOURA, A. N., SAMPAIO, E. S. B., GESTINARI, L.

M. S. & CARNEIRO, J. M. T. (eds). Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. Recife: Imprensa Universitária, p. 71-76.

OLIVEIRA, P. E. 1991. The pollination and reproductive biology of a cerrado woody community in Brazil. Scotland: University of St. Andrews, 138p. Ph.D. Thesis.

OLIVEIRA, P. E. & MOREIRA, A. G. 1992. Anemocoria em espécies de cerrado e de mata de galeria. *Revista Brasileira de Botânica* 15:163-174.

OLIVEIRA FILHO, A. T. & RATTER, J. A. 1995. A study of the origin of central brazilian forests by the analysis of plant species distribution pattern. *Edinburgh Journal of botany* 52: 141-194.

OLIVEIRA, P. E. A. M. 1998. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de Cerrado. *In: Sano, S. M. & Almeida, S. P. (eds.). Cerrado: ambiente e flora. Embrapa Cerrados, Planaltina, Distrito Federal. 169-192.*

OLIVEIRA, P. E. 2008. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de Cerrado, Pp,169-188. *In: Sano, S. M. & Almeida, S. P.(eds.), Cerrado: ambiente e flora, EMBRAPA - Cerrados, Planaltina.*

OLIVEIRA, A. C. M. & SANTOS, P. G. P. Introdução Geral. *In: OLIVEIRA, A. C. M.; SANTOS, J. B. & SANTOS-COSTA, M. C. S. (orgs). 2010. Os animais da Tanguro, Mato Grosso: diversidade na zona de transição entre a Floresta Amazônica e o Cerrado. Belém: MPEG, UFPA, IPAM, p. 11- 16.*

PEDRONI, F., SANCHEZ, M. & SANTOS, F. A. M. 2002. Fenologia de copaíba (*Copaifera langsdorfii* Desf. Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, 25:183-194.*

PHILLIPS, O. L., MARTÍNEZ, R. V., ARROYO, L., BAKER, T. R., KILLEEN, T., LEWIS, S. L., MALHI, Y., MENDOZA, A. M., NEILL, D., VARGAS,

P. N., ALEXIADES, M., CERÓN, C., DI FIORE, D., ERWIN, T., JARDIM, A., PALACIOS, W., SALDIAS, M., VICENTI, B. 2002. Increasing dominance of large lianas in Amazonian forests. *Nature* 418, 770-774.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. & PIRATELLI, A. J. Aspectos ecológicos da produção de sementes. *In*: AGUIAR, I. B. de, PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. & FIGLIOLIA, M. B. Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES, 1993. p.47-81.

PINTO, A. M.; MORELLATO, L. P. C.; BARBOSA, A. P. 2008. Fenologia reprodutiva de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Fabaceae) em duas áreas de floresta na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, vol. 38(4) 643 – 650.

PIRANI, F. R., SANCHEZ, M. & PEDRONI, F. 2009. Fenologia de uma comunidade arbórea em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT, Brasil. *Acta bot. bras.*, 23(4):1096-1109.

PUIG, H., 2008. A Floresta Tropical Úmida. UNESP: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo.

RATTER, J. A, RICHARDS, P. W., ARGENT, G. & GIFFORD, D. R. 1973. Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso. I. The woody vegetation types of the Xavantina-Cachimbo Expedition area. *Phil. Trans.* 226:449-492.

REICH, P. B. & R. BORCHERT . 1984. Water trees and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 72:61-74.

REICH, P. B. & BORCHERT, R. 1988. Changes with leaf age in stomatal function and water status of several tropical tree species. *Biotropica* 20:60-69.

RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M. & ALMEIDA, S. P. (eds.). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, DF: EMBRAPA CPAC, p. 89-166.

RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. 2008. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M., ALMEIDA, S. P. & RIBEIRO, J. F. (eds.). Cerrado: Ecologia e Flora. Planaltina, DF: EMBRAPA CPAC, p. 151-212.

RIBEIRO, J. F. & CASTRO, L. H. R. 1986. Método quantitativo para avaliar características fenológicas em árvores. *Revista Brasileira de Botânica*, v.9, n.1, p.7-11.

RICHARDS, P. W. 1952. Tropical rain forest an ecological study. Cambridge Univ. Press. , Cambridge. 423p.

ROMERO, R. & ROMERO, M. 1983. Proyecto de Investigación em Utilización y Manejo de Bosques. Lima, Red de Investigación Agraria para la Amazonia (REDINA). 180 p.

RUNDEL, P. W. & JARREL, W. M. 1989. Water in the environment. *In*: Plant physiological ecology: field methods and instrumentation (PEARCY, R. W.; EHLERINGER, J.; MOONEY, H. A. & RUNDEL, P. W. eds.). Chapman 7 Hall. London, 457 pp.

SARMIENTO, G. & MONASTÉRIO, M. 1983 Life forms and phenology. *In*: BOULIERE, F. (ed.). Ecosystems of the world: Tropical Savannas. Amsterdam: Elsevier, 1983. p.79-108.

SEGHERI, J.; FLORET, C. & PONTANIER, R. 1995. Plant phenology in relation to water availability: herbaceous and woody species in the savannas of norther Cameroon. *Journal of Tropical Ecology* 11: 237-254.

SCHIAVINI, I., RESENDE, J. C. F. & AQUINO, F. G. 2001. Dinâmica de populações de espécies arbóreas em mata de galeria e mata mesófila na margem do Ribeirão Panga, MG. *In*: Cerrado – Caracterização e Recuperação de Matas de Galeria (RIBEIRO, J. F., FONSECA, C. E. & SOUSA-SILVA, J. C. (eds.)). Embrapa, Planaltina, p.267-299.

SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D. & EVANGELISTA, B. A. 2008. Caracterização Climática do Bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M., ALMEIDA, S. P. & RIBEIRO, J. F.(eds). Cerrado: ecologia e flora. Brasília, DF: EMBRAPA Cerrados, p. 69-88.

SILVA VILANI, M. T., SANCHES, L., NOGUEIRA, J. S. & PRIANTE FILHO, N. 2006. Sazonalidade da radiação, temperatura e umidade em uma floresta de transição Amazônia Cerrado. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 21, n. 3b, p.331-346.

SILVÉRIO, D. V. & LENZA, E. 2010. Fenologia de espécies lenhosas em um cerrado típico no Parque Municipal do Bacaba, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil. *Biota Neotropica*, 10(3): 205-216.

UMAÑA, C. L. A.; ALENCAR, J. C. 1993. Comportamento fenológico da Sucupira-Preta (*Diploptropis purpurea* Rich. Amsh. var. *coriacea* Amsh. ) na Reserva Florestal Ducke. *Acta Amazonica*, 23(1):199-211.

van der PIJL L. 1982. Principles of dispersal in higher plants. 3.ed. New York: Springer Verlag.

WRIGHT, S. J. & CALDERÓN, O. 2006. Seasonal, El Niño and longer term changes in flower and seed production in a moist tropical forest. *Ecology Letters*, 9: 35–44.

ZAR, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*, 4ª ed, New Jersey, Prentice Hall, 663p.

Sites consultados:

IPAM (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia). Disponível em: [www.ipam.org.br](http://www.ipam.org.br) Acessado em 27 de fevereiro de 2010.

## 2 CAPÍTULO

---

Respostas fenológicas de espécies lenhosas, sob diferentes regimes de fogo, em uma floresta de transição entre os biomas Floresta Amazônica e Cerrado

---

Escrito de acordo com as normas de Bioscience Journal (NBR 6023).

## Resumo

De maio de 2005 a dezembro de 2011 realizou-se um estudo fenológico com 570 indivíduos adultos de 12 espécies lenhosas de nove famílias representativas da flora local da região de transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica na Fazenda Tanguro, Querência, MT, Brasil. O objetivo do estudo foi conhecer as respostas fenológicas de espécies em região de transição sob diferentes regimes de fogo. Foram estabelecidos três sítios de estudo, um controle, um queimado a cada três anos e um queimado anualmente. As estimadas quantitativas foram realizadas mensalmente e as fenofases observadas foram folha nova, madura, flor e fruto. Houve produção de folhas bianual nos períodos seco e chuvoso. O padrão de produção de folhas foi semelhante entre os três sítios, já para a redução na intensidade de folhas maduras na cobertura de copa, houve diferenças significativas para três das 12 espécies observadas, sendo elas *Amaioua guianensis*, *Ocotea guianensis* e *Trattinnickia glaziovii*. Para a maioria das espécies houve aumentos na intensidade de floração nos sítios queimados em relação ao sítio controle, sendo que *Aspidosperma excelsum*, *Dacryoides microcarpa*, *Ocotea acutangula* e *Xylopia amazonica* apresentaram aumentos significativos em sua floração nos sítios queimados em relação ao sítio controle. As queimadas anuais e trienais não interferiram negativamente na intensidade de produção de frutos, ao invés disto, houve intensificação significativa na produção de frutos nos sítios queimados para as espécies *Amaioua guianensis*, *Aspidosperma excelsum*, *Ocotea acutangula* e *Ocotea guianensis*. Assim, o fogo exerceu efeitos distintos sobre a fenologia vegetativa e sobre o sucesso reprodutivo das espécies lenhosas estudadas. Queimadas nos sítios observados não influenciaram negativamente nas fenofases das espécies e é possível que as menores intensidades e alturas das chamas e o maior porte das árvores da transição permitiram o escape às chamas.

Palavras chave: Estudo fenológico, Transição Cerrado Floresta Amazônica, Fogo.

## Abstract

From May 2005 to December 2011 there was a phenological study with 570 adult individuals of 12 woody species from nine families representing the local flora of the transition region between the Cerrado and the Amazon Forest Farm Tanguro Querência, MT, Brazil. The aim was to study the phenological responses of species in the transition region under different fire regimes. We established three study sites, one control, a burned every three years and annually burned. The quantitative estimates were made monthly and stages observed were young leaf, mature, flower and fruit. There biannual leaf production during the dry and rainy. The pattern of leaf production was similar among the three sites, since the reduction in the intensity of mature leaves in the canopy cover, significant differences for three of the 12 species observed, which were *Amaioua guianensis*, *Ocotea guianensis* and *Trattinnickia glaziovii*. For most species there were increases in the intensity of flowering in burned sites compared to the control site, and *Aspidosperma excelsum*, *Dacryoides macrocarpa*, *Ocotea acutangula* and *Xylopia amazonica* showed significant increases in its flowering in burned sites compared to the control site. The annual and triennial fires did not affect negatively the intensity of fruit production, instead, there was significant intensification in fruit production in burned sites for the species *Amaioua guianensis*, *Aspidosperma excelsum*, *Ocotea acutangula* and *Ocotea guianensis*. Thus, fire exerted distinct effects on the phenology of vegetative and reproductive success of woody species studied. Burned in the sites studied did not influence negatively the phenophases of species and it is possible that lower intensities and heights of the flames and the larger trees of the transition allowed the flames to escape.

Keywords: Phenology study, Transition Cerrado Amazon Forest, Fire.

## 1 - Introdução

O Brasil possui a flora mais rica do mundo, com mais de 56.000 espécies, representando aproximadamente 19% da flora mundial (GIULIETTI *et al.*, 2005). Apesar disso, as vegetações tropicais sob ambiente fortemente sazonal, tais como o Cerrado e florestas de transição, têm recebido pouca atenção em relação às florestas tropicais úmidas, devido ao maior interesse da opinião pública sobre a velocidade da fragmentação e perda de biodiversidade destas últimas (MOONEY *et al.*, 1995). As florestas de transição, entre o Cerrado e a Floresta Amazônica, localizadas no limite sul do “arco do desmatamento”, na Amazônia Legal, são pouco conhecidas, mas ocupam uma posição cada vez mais importante, quando consideradas as mudanças climáticas, pois se acredita que a conservação dessas florestas transicionais representa um ponto importante para a adaptação das espécies da Floresta Amazônica a um clima com estação seca mais prolongada (MILLIKEN *et al.*, 2010).

O entendimento dos fatores determinantes da estrutura e funcionamento da vegetação das áreas de transição permite previsões quanto à distribuição dos principais tipos de vegetação em resposta ao clima ou a distúrbios. No passado, essa transição passou por grandes modificações naturais, com ciclos de contração e expansão, frente a mudanças climáticas recorrentes (PUIG, 2008). Ainda na atualidade, acredita-se que essas mudanças entre vegetação savânica e florestal, estejam ocorrendo, seja em função de variações climáticas naturais, seja por distúrbios antrópicos, como desmatamento e queimadas (FEARNSIDE, 2006; NEPSTAD *et al.*, 1999).

Alterações climáticas, especialmente com estação seca mais prolongada, tornam a floresta inflamável, aumentando as chances de ocorrência de incêndios, que podem alterar a estrutura e a composição florística das comunidades (HOFFMANN, 1998; NEPSTAD *et al.*, 1999; HOFFMANN & MOREIRA, 2002; ARAGÃO *et al.*, 2007). As queimadas podem ainda modificar a frequência e intensidade de fenômenos biológicos vegetativos e reprodutivos das plantas (LANDIM & HAY, 1996), atuando positivamente ou negativamente nas fenofases, dependendo da época de sua ocorrência, do estágio vegetacional ou reprodutivo em que a planta se encontra (HOFFMANN & MOREIRA, 2002; PEREIRA, 2009; SILVÉRIO & LENZA, 2010).

O comportamento fenológico vegetativo (queda e produção de folhas) e reprodutivo (floração e frutificação) das plantas é predominantemente anual na maioria das formações vegetais do mundo e estão entre os aspectos mais marcantes da história

natural (PRIMACK, 1985). Estudos fenológicos buscam entender esses padrões, monitorando as manifestações periódicas de fenômenos morfológicos, biológicos e fisiológicos em relação tanto aos fatores abióticos (PUIG, 2008) como pluviosidade, temperatura, fotoperíodo (MANTOVANI & MARTINS, 1988; LENZA & KLINK, 2006; BRANDO *et al.*, 2006; GARCIA, 2007; OLIVEIRA, 2008), propriedades do substrato e fogo (SILVÉRIO & LENZA, 2010), quanto aos fatores bióticos, como herbivoria (SUZUKI, 1998), polinização (RATHCKE, 1983) e dispersão das sementes (KOLLMANN, 2000; BURNS, 2005). Desse modo, os estudos fenológicos permitem entender a relação causal dos ciclos biológicos e das respostas funcionais das espécies aos fatores determinantes de sua ocorrência, seja biológico ou não (FOURNIER, 1974). Assim, estudos fenológicos dão suporte para o entendimento das interações entre organismos e seu ambiente e permitem se fazer inferências entre essas interações e a biodiversidade (DEL-CLARO, 2012).

Portanto, as características funcionais das comunidades como o comportamento fenológico das espécies, podem ser moldadas por fatores ambientais condicionantes, como regimes de fogo. Estudos fenológicos que buscam entender os efeitos do fogo sobre espécies lenhosas, de sítios onde a presença de fogo é um fator recorrente para a vegetação, ainda são incipientes frente a grande diversidade vegetal e heterogeneidade ambiental existente em nosso país (SILVÉRIO & LENZA, 2010). Os poucos estudos já desenvolvidos sobre esse assunto indicam diferentes efeitos do fogo sobre as fenofases reprodutivas das plantas, como floração e frutificação (HOFFMANN & MIRANDA, 2002; MIRANDA & SATO, 2005; SILVÉRIO & LENZA, 2010; FELFILI *et al.*, 1999). Os efeitos do fogo dependem ainda da resistência das plantas a este fator, da altura do indivíduo, do momento fenológico que a espécie se encontra, (LANDIM & HAY, 1996; MIRANDA *et al.*, 2004).

Atualmente é de fundamental importância compreender os efeitos do fogo sobre vegetação lenhosa, principalmente em florestas de transição que ainda são pouco estudadas e estão sujeitas às consequências do aquecimento global (FLÁKER & ALVES, 2007). Estações secas mais prolongadas aumentam as chances de queimadas na zona de transição entre a Floresta Amazônica e o Cerrado (NEPSTAD *et al.*, 2008; SILVESTRINI *et al.*, 2011; COUTINHO *et al.*, 1982). Anos menos chuvosos também aumentam o grau de deciduidade das espécies reduzindo a cobertura do dossel (Capítulo 1) e aumentando assim a produção de serapilheira, o que eleva os riscos de queimadas.

Assim, conhecer as respostas das espécies a este distúrbio e disponibilizar estas informações para serem utilizadas como ferramenta para a conservação de florestas nativas e para a recuperação de ambientes degradados pelo fogo, pode ser útil para prever os impactos do fogo sobre a estrutura e o funcionamento da vegetação.

Neste sentido, o objetivo deste estudo é o de verificar, experimentalmente, as respostas fenológicas de espécies lenhosa da área de transição entre os biomas Floresta Amazônica e Cerrado durante cinco anos consecutivos, em sítios sem queimadas (controle), queimados anualmente e queimados a cada três anos. Foram testadas três hipóteses: a) as comunidades expostas aos regimes de fogos têm maior redução na cobertura de copa e intensa brotação logo após a passagem do fogo, pois mesmo as espécies sendo de porte arbóreo, o calor do fogo causaria intensa abscisão foliar que seria seguida de produção de novas folhas para recomposição da folhagem perdida; b) as espécies submetidas aos regimes de fogo teriam eventos de floração mais intensos, pois teriam maiores disponibilidade de nutrientes no solo, menor competitividade por recursos, vistos que muitas árvores morrem após a passagem do fogo, além de estímulos ao florescimento, como mudanças na temperatura, na luz e na presença de etileno na fumaça das queimadas (STEUTER & MCPHERSON, 1995); c) a intensidade de frutos seria menor, pois as plantas estariam expostas há menos polinizadores nas áreas queimadas, assumindo que o fogo pode reduzir a fauna de insetos polinizadores (GILLON, 1983; MORAIS & BENSON, 1988; Ghiel *et al.* (no prelo)), interferindo na polinização cruzada, polinização esta presente na maioria das espécies lenhosas (OLIVEIRA & GIBBS, 2002).

## 2 - Material e métodos

### 2.1 – Área de estudo

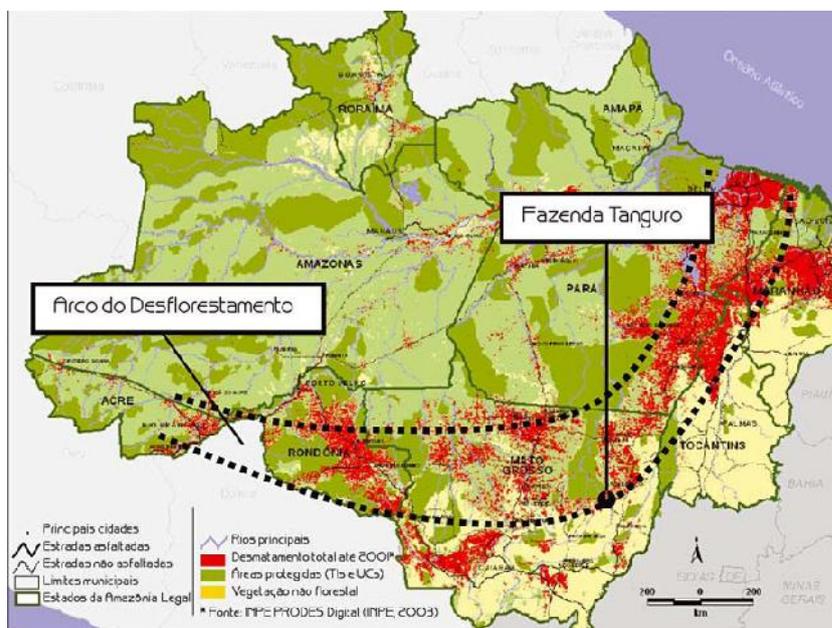
O estudo foi desenvolvido em floresta de transição na Fazenda Tanguro, de propriedade do Grupo Amaggi, localizada a 75 km ao norte da cidade de Canarana, Mato Grosso, Brasil, ao sudeste da bacia amazônica (13°04'35.39"S, 52°23'08.85"W), dentro da área chamada de “arco do desmatamento” (Figura1). A Fazenda Tanguro possui uma área de 82.000 hectares, dos quais 38.000 foram desmatados (OLIVEIRA & SANTOS, 2010). A área não desmatada encontra-se em bom estado de conservação e foi destinada à conservação e estudos ecológicos sobre os efeitos do clima e do fogo

sobre a floresta, conduzidos pelo Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) (BALCH *et al.*, 2008).

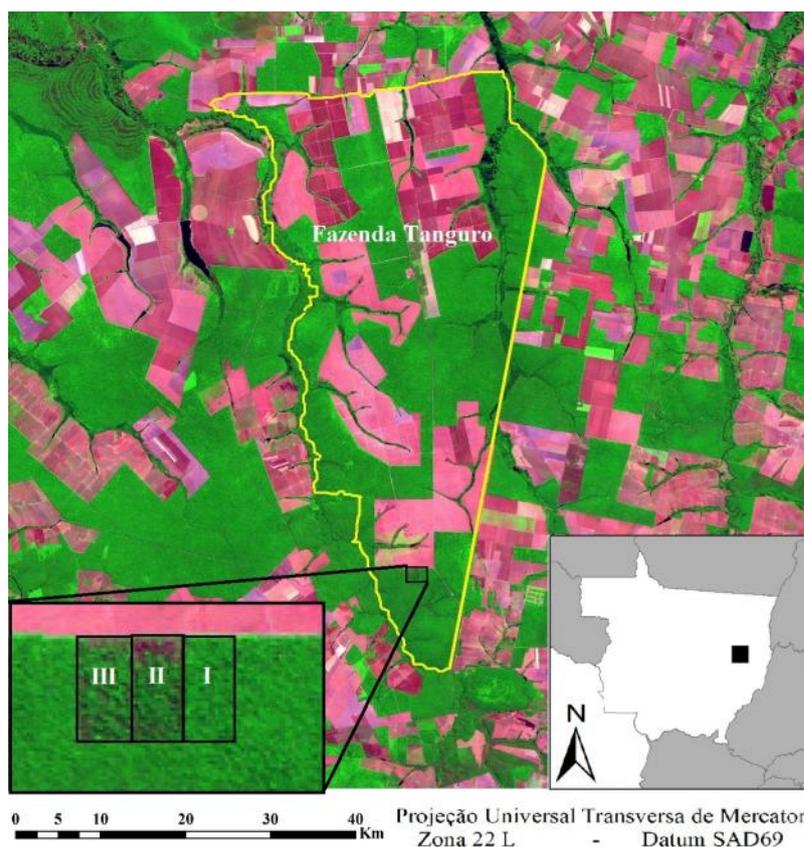
A área está inserida em região de transição entre floresta ombrófila e floresta estacional, entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, com árvores de dossel mais baixas do que aquelas da Floresta Amazônica Setentrional (BALCH *et al.*, 2008). Caracterizada como uma floresta de transição, possui menor número de espécies e densidade arbórea que as outras florestas da Bacia Amazônica, mas apresenta-se mais densa que formações florestais de Cerrado (IVANAUSKAS *et al.*, 2004).

O clima da região é do tipo Aw de Köppen (SILVA *et al.*, 2008), ou seja, típico tropical de savana, caracterizado por duas estações bem definidas, um período seco de maio a setembro e outro chuvoso de outubro a abril. A precipitação média para a região é de 1740 mm e a média anual de temperatura é de 24°C a 26°C (BALCH *et al.*, 2011). Os solos é do tipo Latossolo Vermelho, distrófico, álico e com lençol freático a 12-15m de profundidade (BALCH *et al.*, 2008).

A área experimental é constituída por três sítios (tratamentos) adjacentes, cada um com 50 ha (500 m × 1000 m), sendo um sítio controle (sem fogo), um queimado a cada três anos (2004, 2007 e 2010) e um queimado anualmente a partir de 2004, exceto no ano de 2008 (Figuras 2, 3).



**Figura 1.** Localização da Fazenda Tanguro no “Arco do Desmatamento”, no município de Querência, Estado de Mato Grosso. Fonte: Oliveira & Santos (2010).



**Figura 2.** Mapa com localização da Fazenda Tanguro (linha amarela) e dos três sítios experimentais no Estado de Mato Grosso (linha preta), Estado de Mato Grosso, sendo em I: sítio controle, II: queimadas trienais e III: queimadas anuais (Fonte: adaptado de <http://www.ipam.org.br/galerias/fotos?id=16>).



**Figura 3.** Vista aérea do sítio de estudo, mostrando parcialmente as três áreas experimentais (linhas vermelhas) durante uma queimada experimental, Fazenda Tanguro, Querência - MT. Da esquerda para a direita: controle, queimada trienal e queimada anual. Fonte: <http://www.ipam.org.br/galerias/fotos?id=16>

## 2.2 - Dados climáticos

Optou-se por apresentar os dados climáticos de maio de 2004 a abril de 2011, pois esse intervalo contempla todo o período chuvoso de cada ciclo anual de chuvas. Os dados climáticos foram fornecidos pelo INMET – Ministério da Agricultura - Instituto Nacional de Meteorologia, Pecuária e Abastecimento, estação meteorológica de Canarana-MT, (OMM: 83270), localizada cerca de 70 km da área de estudo. Foram considerados os valores diários de precipitação, temperatura máxima, mínima e calculada a média dessas temperaturas, umidade relativa do ar e horas de insolação diárias. Para todas as variáveis climáticas foram calculadas as médias mensais. Foi calculado o déficit mensal de pressão de vapor, através das variáveis de temperatura média e umidade relativa do ar, de acordo com Rundel & Jarrel (1989). Estes dados são descritos em detalhe no capítulo 1.

## 2.3 – Experimentação com o fogo

As queimadas controladas nos sítios experimentais foram realizadas entre os meses de agosto e setembro, ou seja, final da estação seca. O controle das queimadas foi gerenciado por brigadas de incêndios ligados ao combate de fogos na Amazônia, bem como por técnicos e pesquisadores do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia IPAM.

## 2.4 - Coleta de dados fenológicos

Ao longo da maior extensão de cada sítio, foram estabelecidas três transeções paralelas de 1.500m por 10m, distantes 250m entre si. Dentro das transeções foram marcados com etiquetas de alumínio 570 indivíduos adultos de 12 espécies lenhosas de nove famílias representativas da flora local (Tabela 1). O critério adotado para a seleção das espécies é que estas possuíssem pelo menos 12 indivíduos adultos em cada um dos três sítios. Os eventos fenológicos (fenofases) vegetativos e reprodutivos dos indivíduos foram acompanhados mensalmente, de maio de 2005 a dezembro de 2010, por um técnico de campo do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), para avaliação das respostas fenológicas das espécies às queimadas.

As fenofases vegetativas (folha nova e folha madura) e reprodutivas (flor e fruto) foram monitoradas com o auxílio de um binóculo. As observações de campo seguiram o método proposto por Fournier (1974), que consiste na determinação de

classes de intensidade das fenofases, por meio de estimativas visuais, sendo: 0 = ausência da fenofase; 1 = intensidade entre 1% e 25%; 2 = intensidade entre 26% e 50%; 3 = intensidade entre 51% e 75% e 4 = intensidade entre 76% e 100% (BENCKE & MORELLATO, 2002; D'EÇA-NEVES & MORELLATO, 2004).

**Tabela 1** - Espécies lenhosas acompanhadas no estudo fenológico sob diferentes regimes de fogo em uma Floresta Transicional Floresta Amazônica – Cerrado, Fazenda Tanguro, Querência - MT. N = número de indivíduos; CO = sítio controle (sem queimadas); Q3 = sítio com queimada trienal; Q1 = sítio com queimada anual; TOT = total de indivíduos.

Espécie	Família	N			
		CO	Q3	Q1	TOT.
<i>Ocotea guianensis</i> Aubl.	Lauraceae	22	20	15	57
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	Rubiaceae	15	14	19	48
<i>Aspidosperma excelsum</i> Benth.	Apocynaceae	20	12	13	45
<i>Sloanea schleri</i> K. Schum	Eloecarpaceae	17	14	15	46
<i>Ocotea acutangula</i> Mez	Lauraceae	14	14	14	42
<i>Micropholis egensis</i> (A.DC) Pier	Sapotaceae	18	18	18	54
<i>Saccoglottis guianensis</i> Benth.	Humiriaceae	14	16	15	45
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	15	15	14	44
<i>Xylopia amazonica</i> R. E. Fries	Annonaceae	17	17	14	48
<i>Trattinnickia glaziovii</i> Swartz	Burseraceae	18	17	13	48
<i>Dacryoides microcarpa</i> Cuatr.	Burseraceae	13	13	19	45
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Sapotaceae	15	18	15	48
		198	188	184	570

## 2.5 - Análise dos dados

### 2.5.1 – Dados climáticos

Foram elaborados climatogramas com as médias mensais de precipitação, temperatura máxima, temperatura média, temperatura mínima e umidade relativa do ar.

### 2.5.2 – Dados fenológicos

Com base nas estimativas individuais de intensidade de Fournier para cada fenofase de cada espécie, calculou-se o Índice de Intensidade de Fournier (IF), que estabelece valores percentuais, calculados por meio da seguinte fórmula:

$IF = \frac{ei}{im} \cdot 100$ ; onde:

ei = estimativa da intensidade da fenofase na planta

im = valor alcançado pela população se todos indivíduos os indivíduos apresentarem intensidade máxima da fenofase.

Para a análise do comportamento fenológico das espécies, foram elaborados gráficos de linha com os índices de intensidade de Fournier para cada fenofase das espécies separadamente, para cada um dos três sítios, utilizando o software estatístico Sigma Plot 10.0 (Scientific Software, Alemanha 2006).

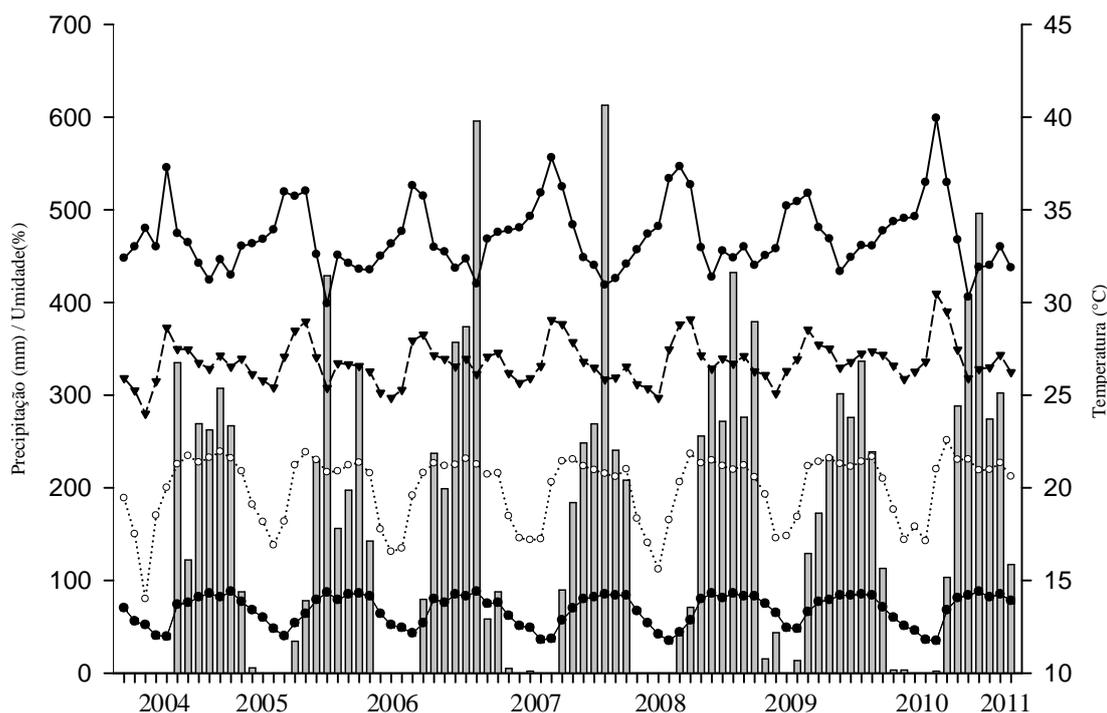
Variações nas intensidades das fenofases observadas das espécies entre as três áreas de estudo, sob influência dos diferentes regimes de fogo foram testadas através da Análise de Variância (ANOVA) para medidas repetidas e teste de Tukey. As análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico R.

## 3 – Resultados

### 3.1 - Dados climáticos

Durante o período de estudo, a precipitação foi fortemente sazonal e concentrada entre os meses de outubro e abril (período chuvoso), com índices pluviométricos baixos ou ausentes, entre os meses maio e setembro (período seco), exceto para os anos de 2006 e 2009, nos quais foram registradas chuvas no mês de setembro de, 79,7 mm e 129,1 mm, respectivamente. (Figura 4).

As maiores médias mensais de temperatura máxima ocorreram na transição entre o período seco e o chuvoso, entre agosto e outubro (de 35,2 °C a 39,9 °C), enquanto os maiores valores de umidade relativa do ar foram registrados no auge do período chuvoso. Por outro lado, os menores valores de umidade relativa do ar foram observados no auge da estação seca, entre os meses de maio e julho, período no qual foram registradas as menores temperaturas mínimas mensais (entre 16,7 °C a 19,6 °C). (Figura 4). Ver capítulo 1 para descrição detalhada do clima da área de estudo.



**Figura 4** - Climatograma, entre os meses de maio de 2004 e abril de 2011, para o município de Canarana, Estado de Mato Grosso, localizada cerca de 70 km da área de estudo na Fazenda Tanguro, sendo: em ■ precipitação, —●— umidade, —●— temperatura máxima, —▼— temperatura média, —○— temperatura mínima. Fonte: INMET, Estação meteorológica (OMM 83270).

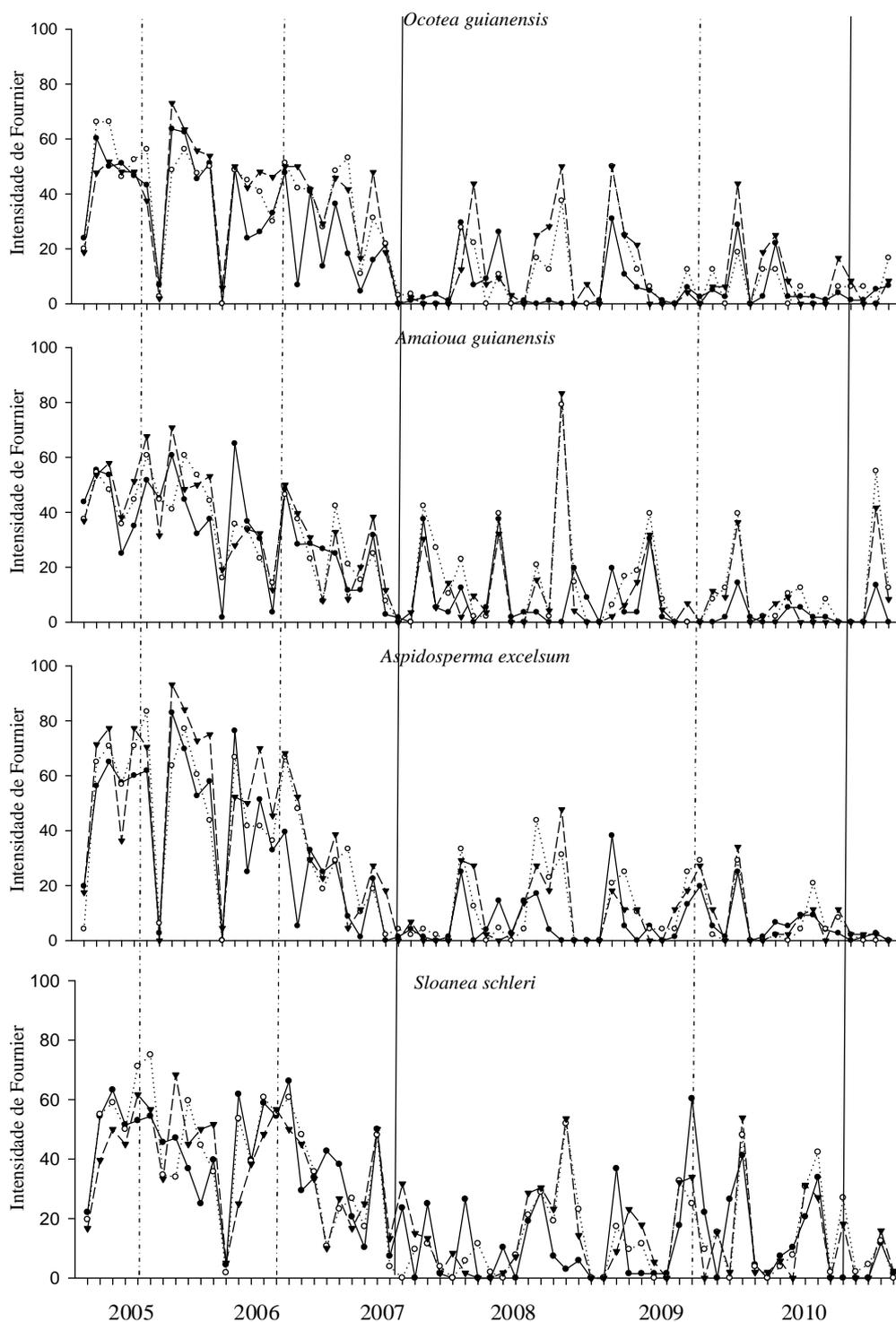
### 3.2 – Dados fenológicos vegetativos

Nos três sítios de estudo e em todas as espécies estudadas, houve produção de folhas novas em ritmo bianual, com picos de produção de folhas novas tanto na estação seca e estação chuvosa (Figuras 5, 6 e 7, ver também capítulo 1). Notou-se ainda, nos três sítios, maior proporção de indivíduos com maior intensidade de folhas novas na copa durante os dois primeiros anos de estudo, os quais foram os mais secos e com presença de veranico durante as estações chuvosas (Figura 4). Durante esse período a proporção de folha nova na copa das espécies se manteve por longos períodos e com intensidade acima de 50% (Figuras 5, 6 e 7). Nas espécies *Aspidosperma excelsum*, *Xylopia amazonica*, *Dacryoides microcarpa*, *Pouteria ramiflora* e *Tapirira guianensis*, em algum momento durante os dois anos mais secos, a intensidade de produção de

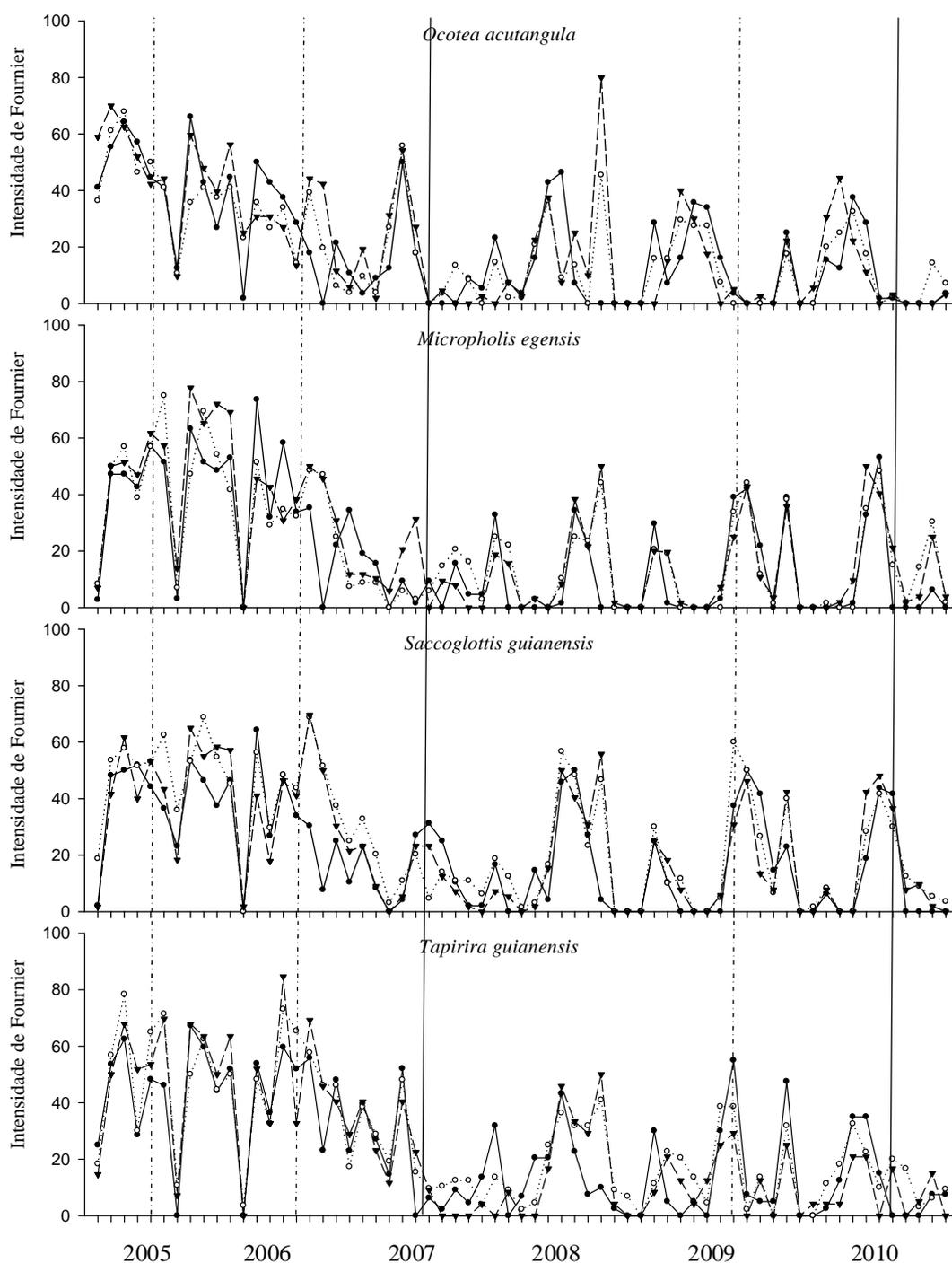
folhas jovens foi superior a 80%, fato não observado para essas cinco espécies nos demais anos de estudo (Figura 5, 6 e 7).

A partir do final do período chuvoso de 2006/2007, segundo período chuvoso do presente estudo e terceira queima nos sítios queimados anualmente, a produção de folhas novas nos três sítios ocorreu em menor intensidade para a maioria das espécies quando comparada ao período anterior (índice de Fournier entre 20 e 60%). Algumas exceções desse padrão foram notadas, com intensidades de produção acima de 60%, predominantemente nos dois sítios queimados, como em *Amaioua guianensis* (Figura 5) nos dois sítios queimados e *Ocotea acutangula* do sítio queimado anualmente (Figura 6) na transição entre os períodos seco de 2008 para chuvoso 2008/2009; *Trattinnickia glaziovii*, durante a transição entre período seco e chuvoso de 2008/2009 e meados das chuvas de 2009/2010 no sítio queimado anualmente; *Dacryoides microcarpa* na seca de 2008 para os três sítios, seca de 2009 no sítio queimado anualmente e *Pouteria ramiflora* nas estações seca de 2008 (três sítios), 2009 (queimada anual e a cada 3 anos) e 2010 (sítio com queimadas anuais), (Figura 7).

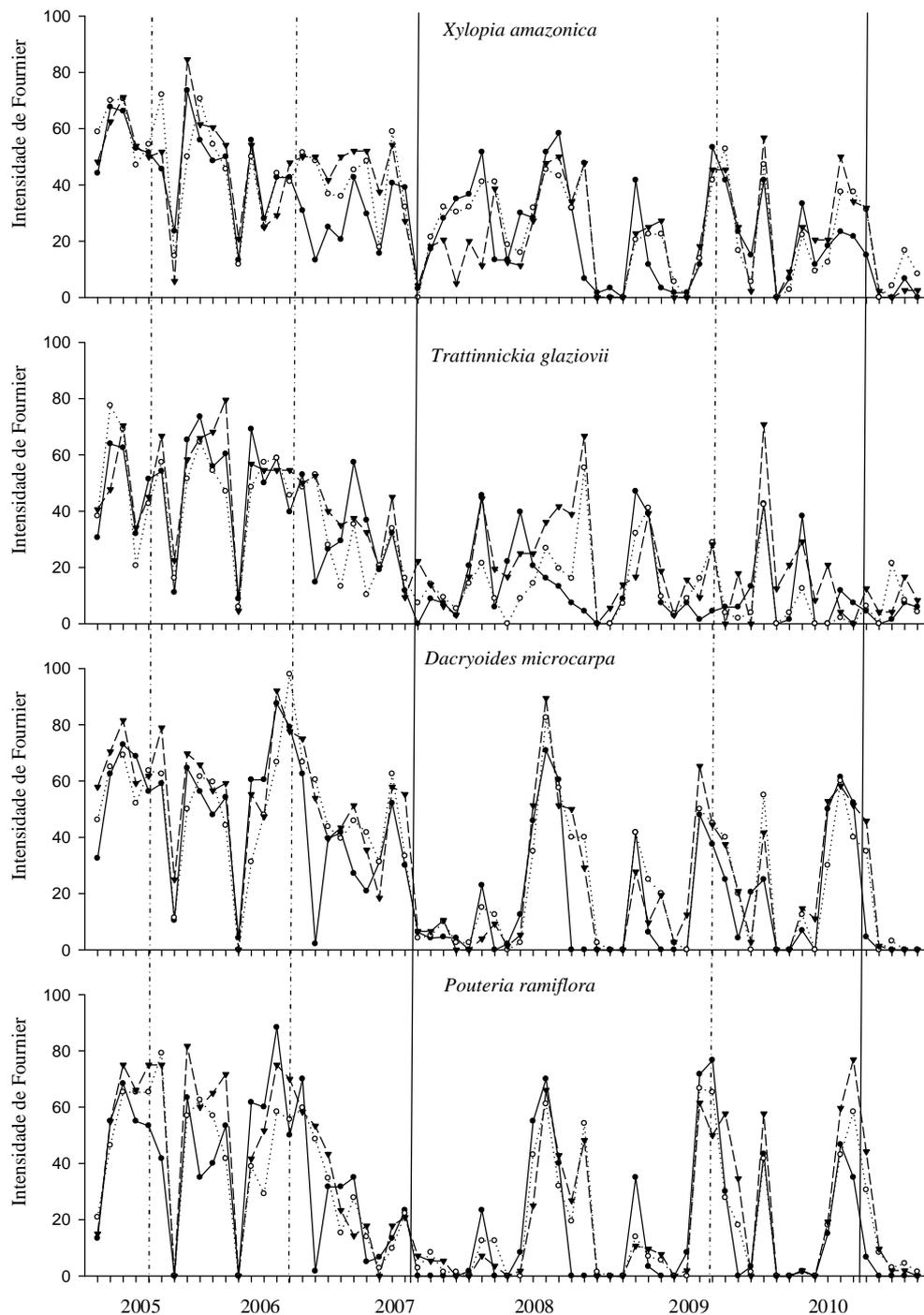
Não houve diferenças significativas entre os três sítios de estudo para as espécies observadas quanto à intensidade de produção de folhas novas (ANOVA de medidas repetidas, Tabela 2). No entanto, houve exceções a partir do ano de 2007, ou seja, nos anos com menor rigor climático. Em *Ocotea guianensis*, a produção de folhas foi intensificada até dois anos após as queimadas anuais e trienais do ano 2007. Em *Amaioua guianensis*, entre os anos de 2008 e 2010 (fim do experimento), picos mais intensos de produção de folhas novas foram, geralmente, observados nos sítios trienais e anuais em relação ao controle. Em *Ocotea acutangula* a produção de folhas, no período chuvoso de 2008, foi mais intensa nos dois sítios queimados. Esse mesmo fenômeno foi observado para *Trattinnickia glaziovii*, para os períodos chuvosos de 2008 e 2009. Nessas espécies, em anos com menor rigor climático, o fogo parece induzir a brotação.



**Figura 5** – Índice de intensidade de Fournier (%) de folha nova de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (—●—) sítio controle; (---○---) queimada a cada três anos e em (---▼---) queimada anualmente. Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (—).



**Figura 6** – Índice de intensidade de Fournier (%) de folha nova de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (—●—) sítio controle; (---○---) queimada a cada três anos e em (---▼---) queimada anualmente. Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (—).



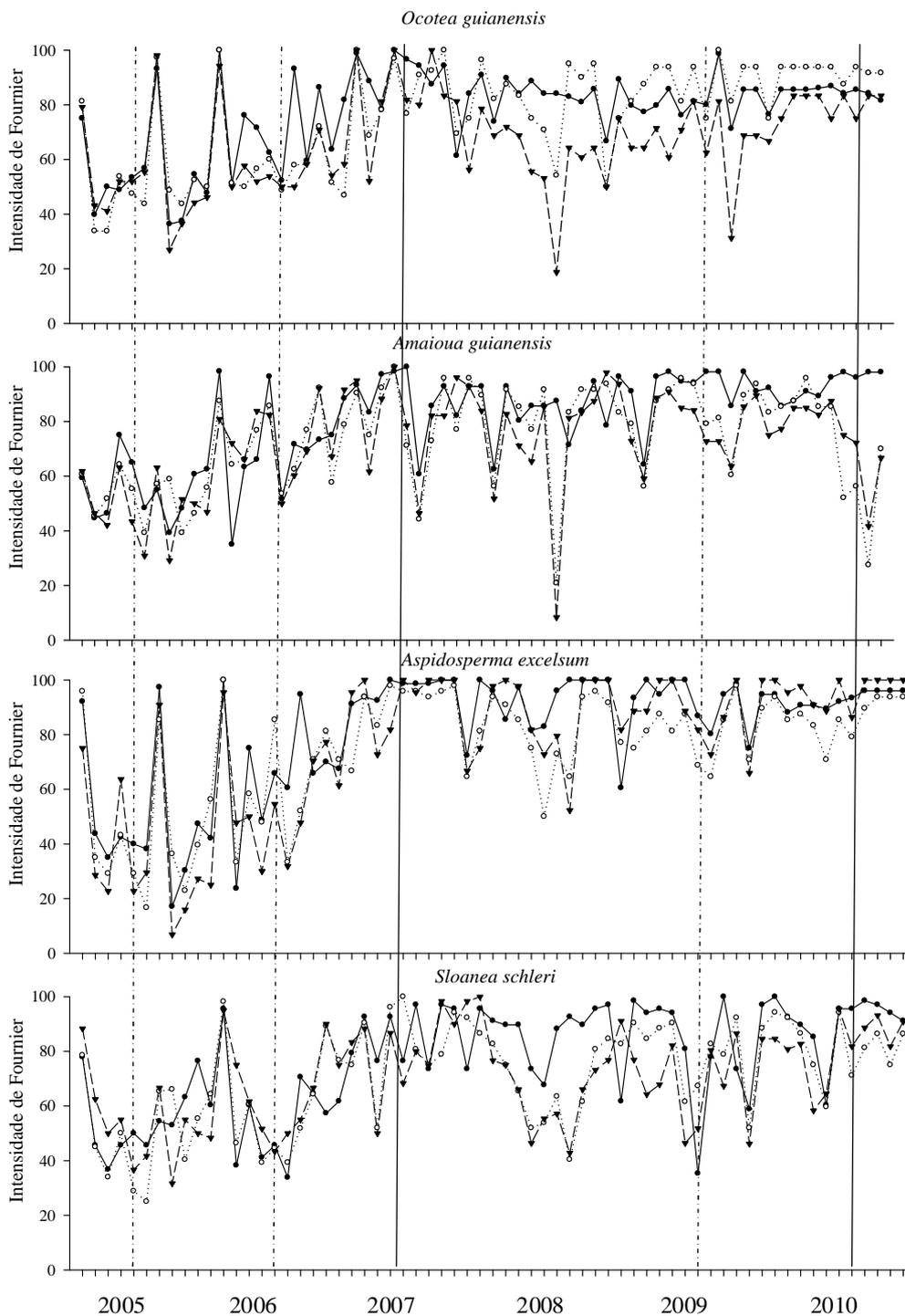
**Figura 7** – Índice de intensidade de Fournier (%) de folha nova de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (—●—) sítio controle; (---○---) queimada a cada três anos e em (---▼---) queimada anualmente. Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (—).

Durante os dois primeiros anos de estudo (2005 e 2006) (período com menor precipitação pluviométrica) a redução na intensidade de folhas maduras nas copas das árvores das 12 espécies e nos três sítios foi maior do que aquela observada nos anos seguintes (2007 a 2010), para os quais o volume de chuvas foi maior (figuras 8, 9, 10, ver também capítulo 1). Desse modo, nos anos mais secos, notou-se maior redução na cobertura de copa das árvores, independentemente do regime de fogo (Figuras 8, 9, 10).

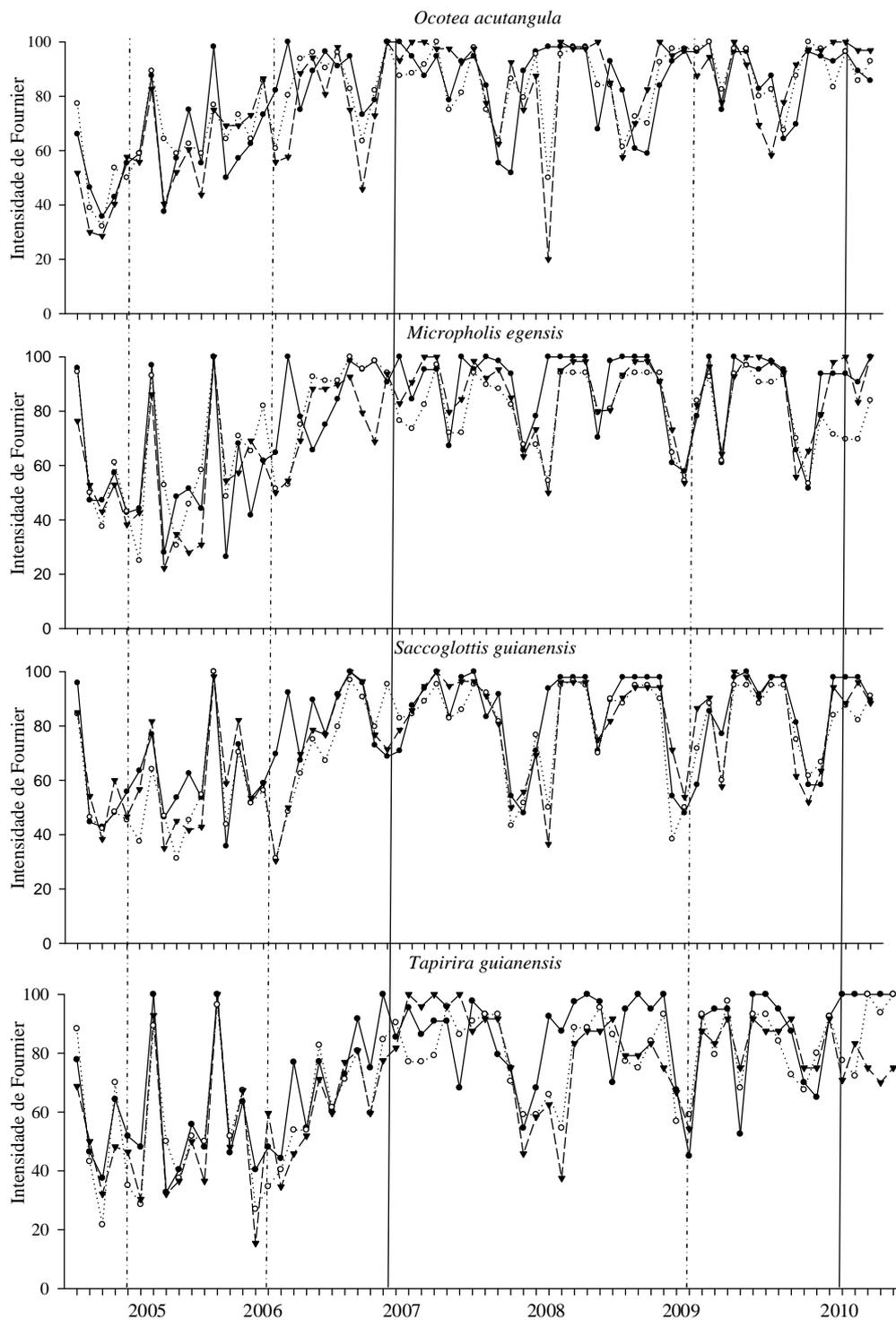
Houve diferença significativa nos padrões de produção e perda de folhas maduras entre os três sítios de estudo para três das 12 espécies lenhosas observadas. Estas diferenças aconteceram com *Amaioua guianensis* entre o sítio controle (CON) e queimado anualmente (QUE1), *Ocotea guianensis* entre o sítio CON e o sítio QUE1 e entre sítio QUE1 e sítio com queimadas trienais (QUE3) e *Trattinnickia glaziovii* entre o sítio CON e o sítio QUE3. Apenas nestas três espécies foram observadas reduções significativas de folhas maduras, imediatamente após uma queimada, ou seja, até um ou dois meses após a passagem do fogo (Tabela 2).

**Tabela 2.** Dados referentes à análise de ANOVA de Medidas Repetidas para as 12 espécies lenhosas observadas na Fazenda Tanguro, município de Querência – MT, entre os três sítios experimentais, onde: CON – controle, QUE1 – queimada anual e QUE3 – queimada trienal, para folha nova e folha madura.

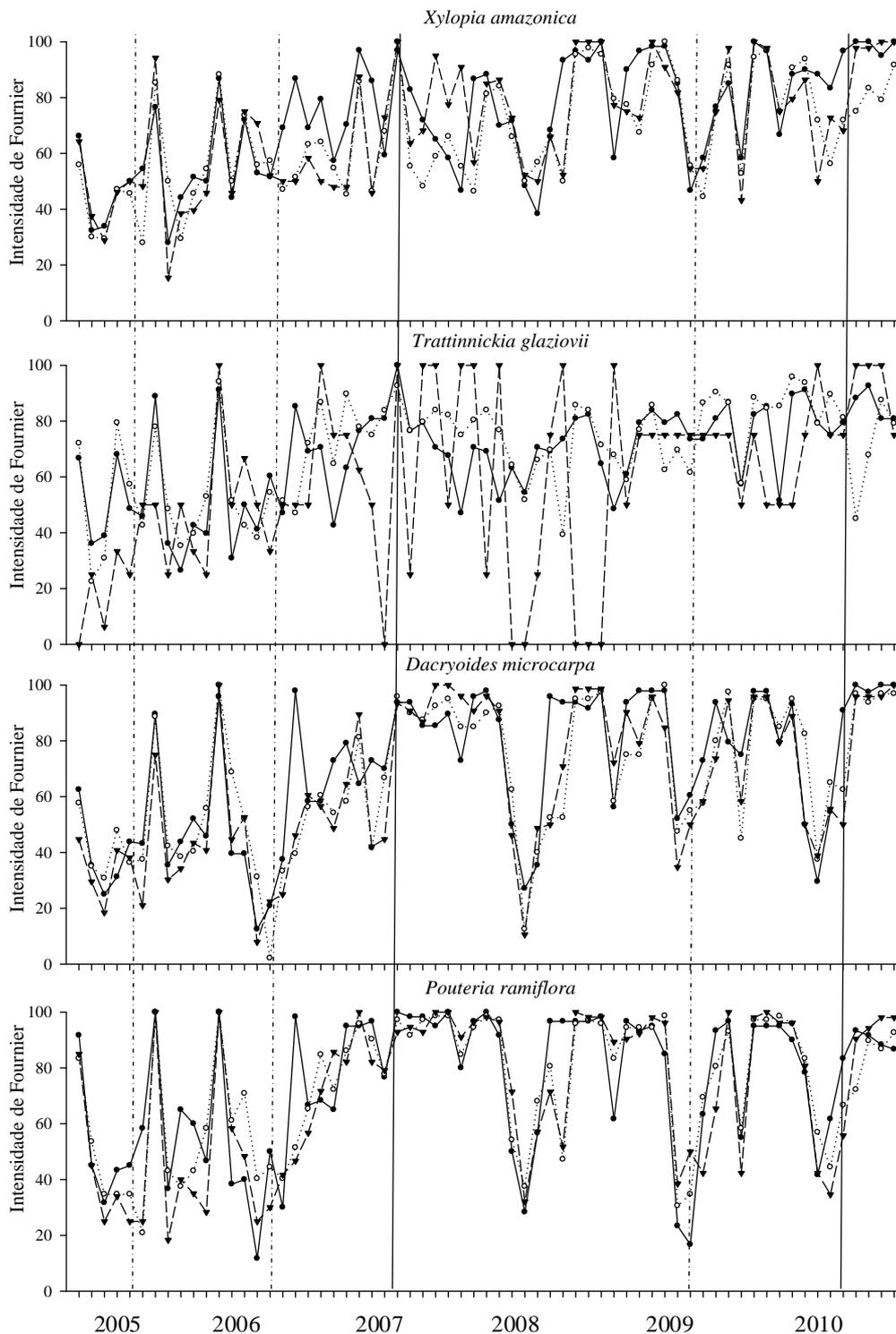
Espécie	Folha Nova		Folha Madura		
	F	p	F	p	Tukey
<i>Amaioua guianensis</i>	1.774	0,17	5.317	0,005	CON-QUE1
<i>Aspidosperma excelsum</i>	1.395	0,25	2.412	0,09	-
<i>Dacryoides microcarpa</i>	1.292	0,27	0,995	0,371	-
<i>Micropholis egensis</i>	0,687	0,503	0,947	0,389	-
<i>Ocotea acutangula</i>	0,363	0,695	0,297	0,742	-
<i>Ocotea guianensis</i>	2.431	0,09	10,21	<0,001	CON-QUE1 QUE1-QUE3
<i>Pouteria ramiflora</i>	0,814	0,444	0,351	0,704	-
<i>Saccoglottis guianensis</i>	1.539	0,217	1.541	0,216	-
<i>Sloanea eichleri</i>	0,058	0,942	3.106	0,047	-
<i>Tapirira guianensis</i>	0,598	0,55	2.724	0,068	-
<i>Trattinnickia glaziovii</i>	2.705	0,069	5,46	0,004	QUE1-QUE3
<i>Xylopia amazonica</i>	0,754	0,471	2.421	0,091	-



**Figura 8** – Índice de intensidade de Fournier (%) de folhas madura de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (—●—) sítio controle; (---○---) queimada a cada três anos e em (---▼---) queimada anualmente. Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (—).



**Figura 9** – Índice de intensidade de Fournier (%) de folha madura de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (—●—) sítio controle; (---○---) queimada a cada três anos e em (---▼---) queimada anualmente. Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (—).



**Figura 10** – Índice de intensidade de Fournier (%) de folhas madura de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (—●—) sítio controle; (---○---) queimada a cada três anos e em (---▼---) queimada anualmente. Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (—).

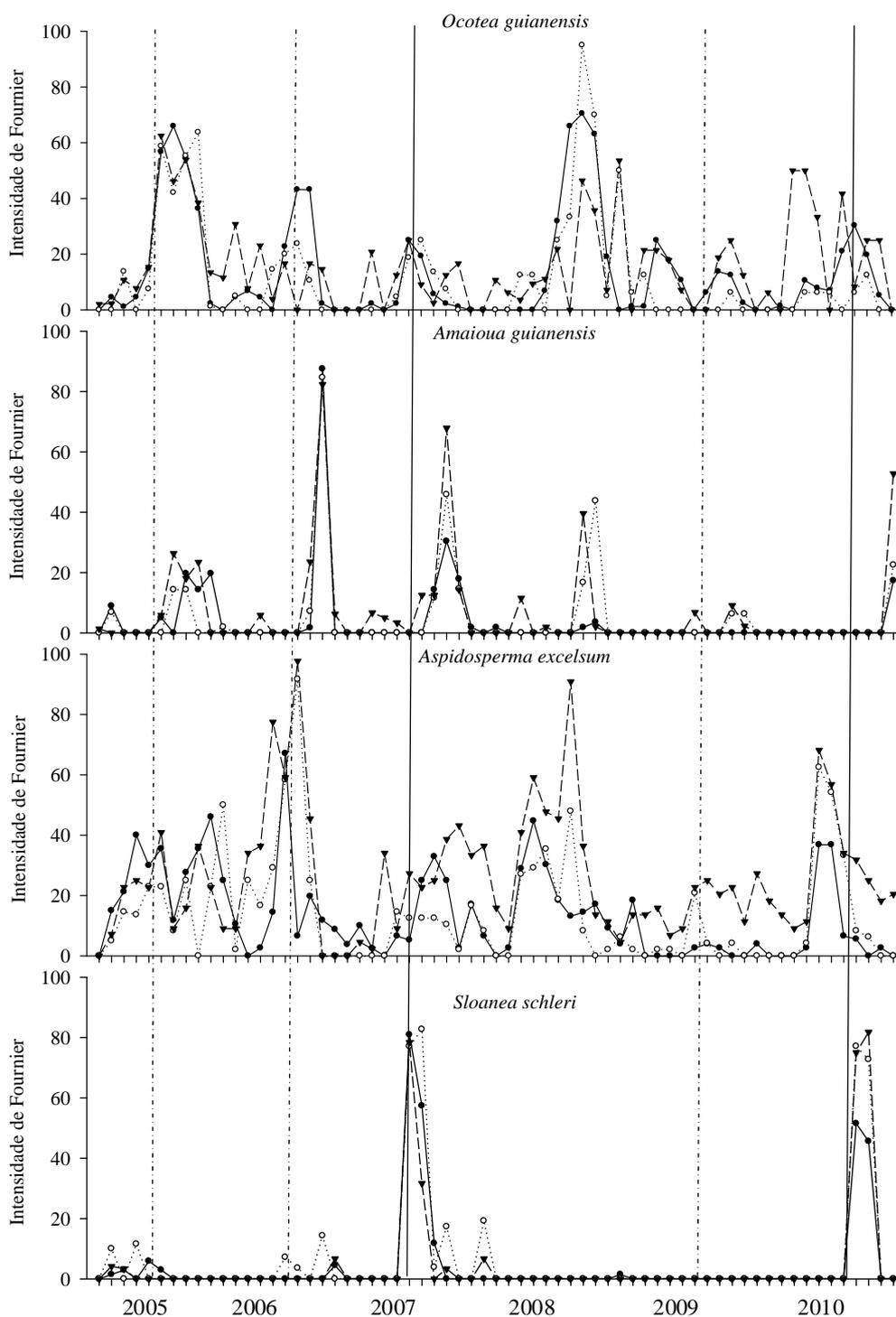
### 3.3 – Dados fenológicos reprodutivos

Ao longo dos cinco anos de estudo observou-se que na maioria das espécies, os picos de floração foram mais intensos em QUE1 e QUE3 em relação à CON (Figuras 11, 12 e 13). Esse foi o caso de *Amaioua guianensis*, *Aspidosperma excelsum*, *Ocotea acutangula*, *Micropholis egensis*, *Saccoglottis guianensis*, *Xylopia amazonica*, *Dacryoides microcarpa* e *Pouteria ramiflora*. Destas, houve diferença significativa na intensidade de floração em *Aspidosperma excelsum* entre o sítio CON e sítio QUE 1, e entre QUE1 e o sítio QUE3; *Dacryoides microcarpa* entre o sítio CON e o sítio QUE1; *Ocotea acutangula* entre o sítio CON e o sítio QUE3 e *Xylopia amazonica* entre o sítio CON e o sítio QUE1 (Tabela 3).

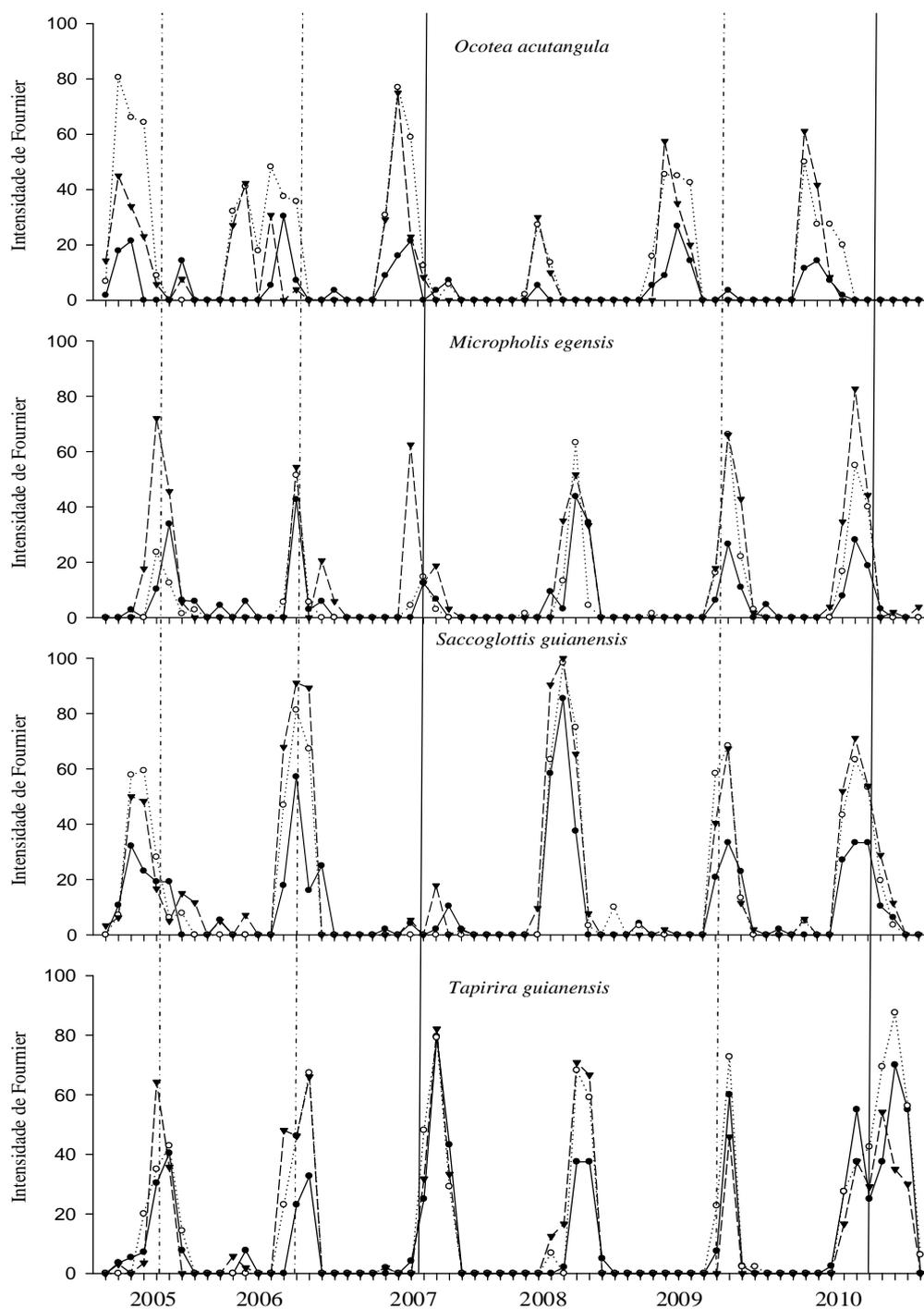
Nas espécies *Ocotea guianensis*, *Sloanea schleri* e *Tapirira guianensis* os padrões de intensidade de produção de flores foram semelhantes entre os três sítios. Apenas em *Tratinnickia glaziovii* a floração foi menos intensa em QUE1 em relação à CON e QUE3 (Figura 13).

Também para a frutificação, as queimadas anuais e trienais não interferiram negativamente na intensidade de produção de frutos (Figura 14, 15 e 16). Em quatro espécies (*Ocotea guianensis*, *Amaioua guianensis*, *Aspidosperma excelsum* e *Xylopia amazonica*) a frutificação foi geralmente mais intensa nos sítios QUE1 e QUE3, sendo que ocorreu diferença significativa nesta intensidade de frutificação para *Ocotea guianensis* entre os sítios CON e QUE3 e entre os sítios CON e QUE1; *Amaioua guianensis* entre os sítios CON e QUE1 e, entre os sítios CON e QUE3 e *Aspidosperma excelsum* entre os sítios CON e QUE1 (Tabela 3).

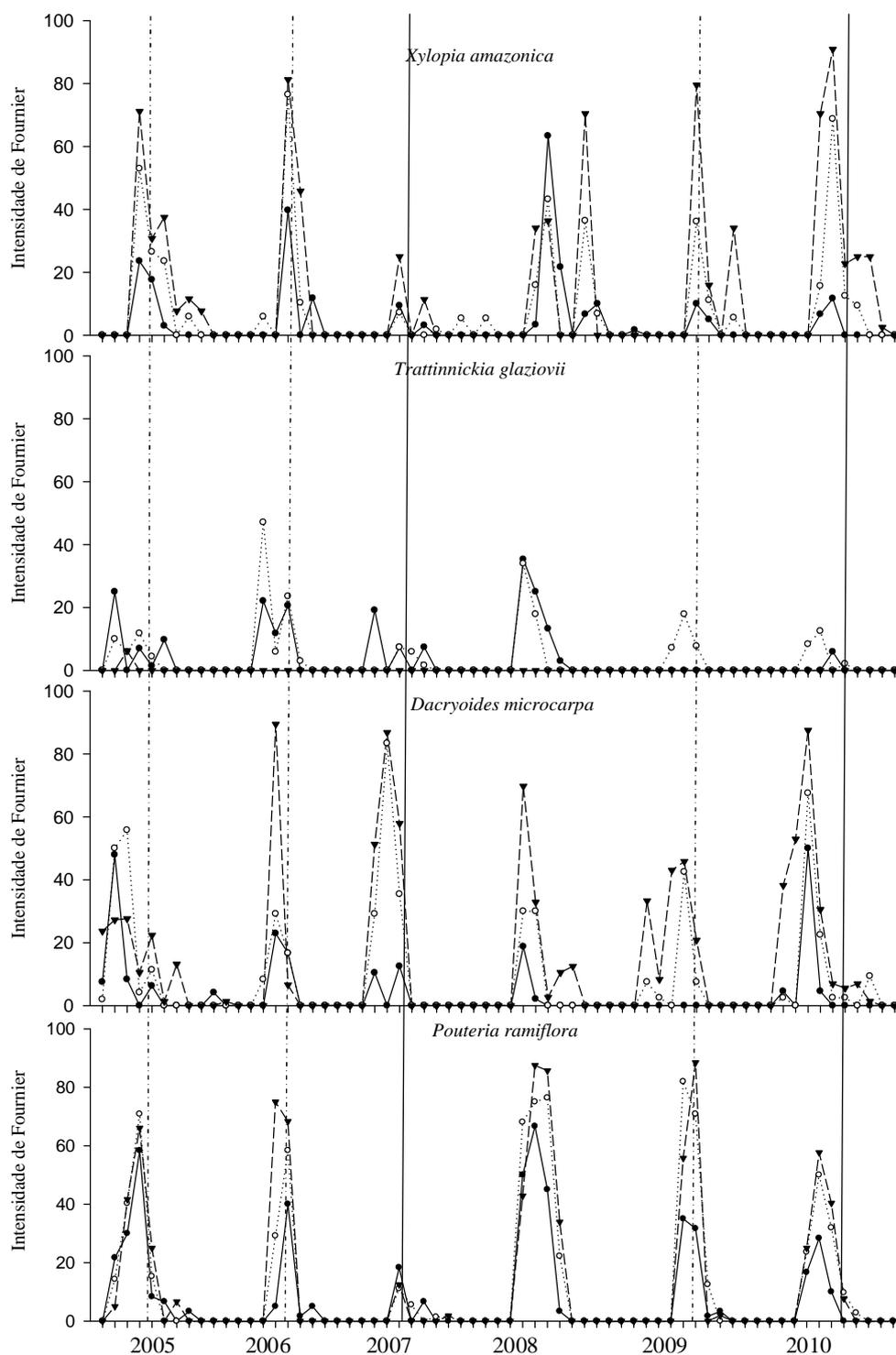
Para demais três espécies (*Sloanea schleri*, *Ocotea acutangula* e *Dacryoides microcarpa*), houve frutificação mais intensa no sítio QUE1, sendo que para *Ocotea acutangula* esta diferença foi significativa entre os sítios CON e QUE1 e QUE1 e QUE3 (Tabela 3). Já para cinco espécies (*Micropholis egensis*, *Saccoglottis egensis*, *Tapirira guianensis*, *Trattinnickia glaziovii* e *Pouteria ramiflora*) não se notou qualquer tendência de maiores intensidades de frutificação em nenhum dos três sítios. Mesmo em *Trattinnickia glaziovii* que floresceu menos intensamente na QUE1, a frutificação foi semelhante entre este sítio e os dois outros (CON e QUE3).



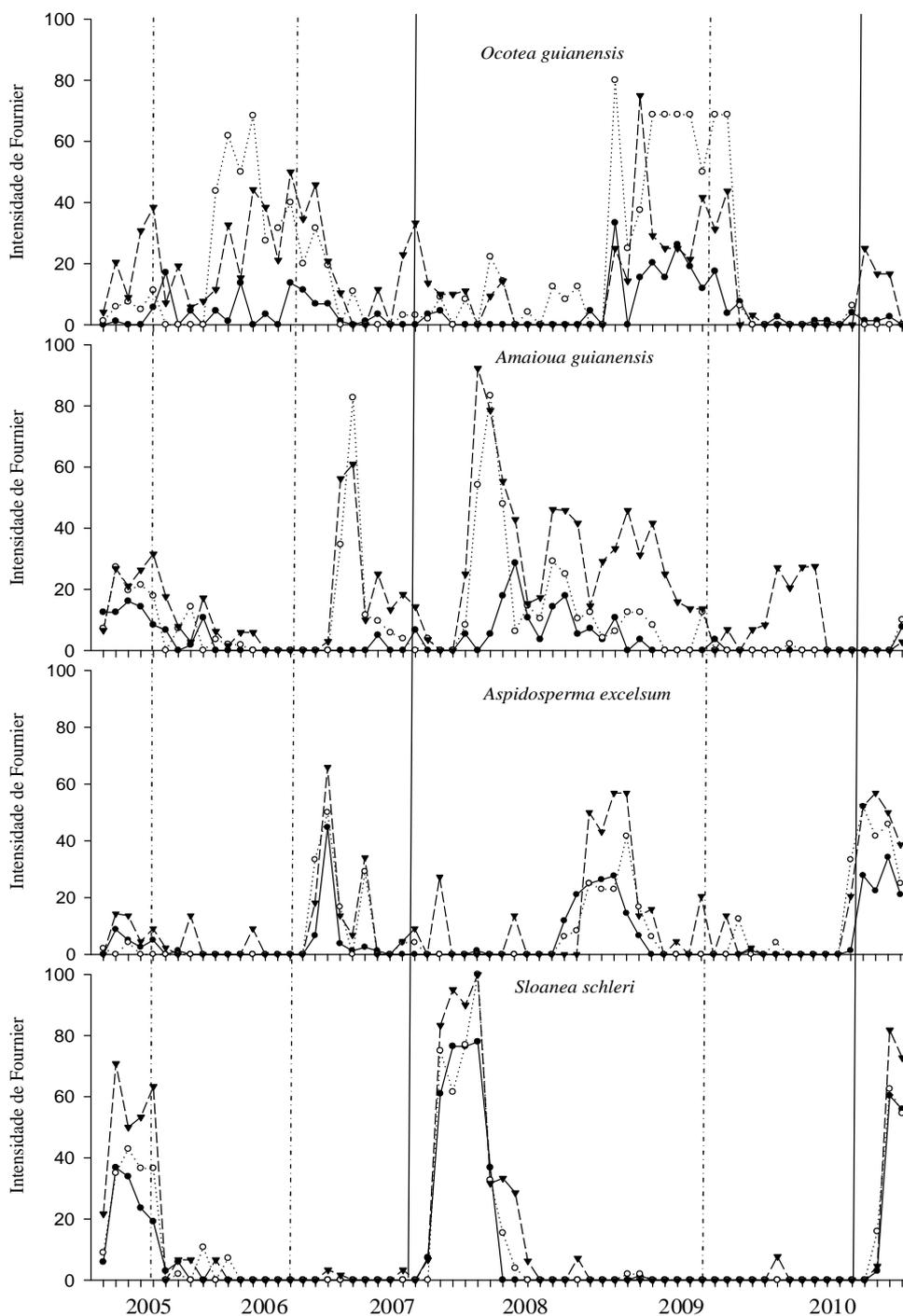
**Figura 11** – Índice de intensidade de Fournier (%) de floração de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (—●—) sítio controle; (---○---) queimada a cada três anos e em (---▼---) queimada anualmente. Representação de fogo anual (----) e anual e a cada três anos (—).



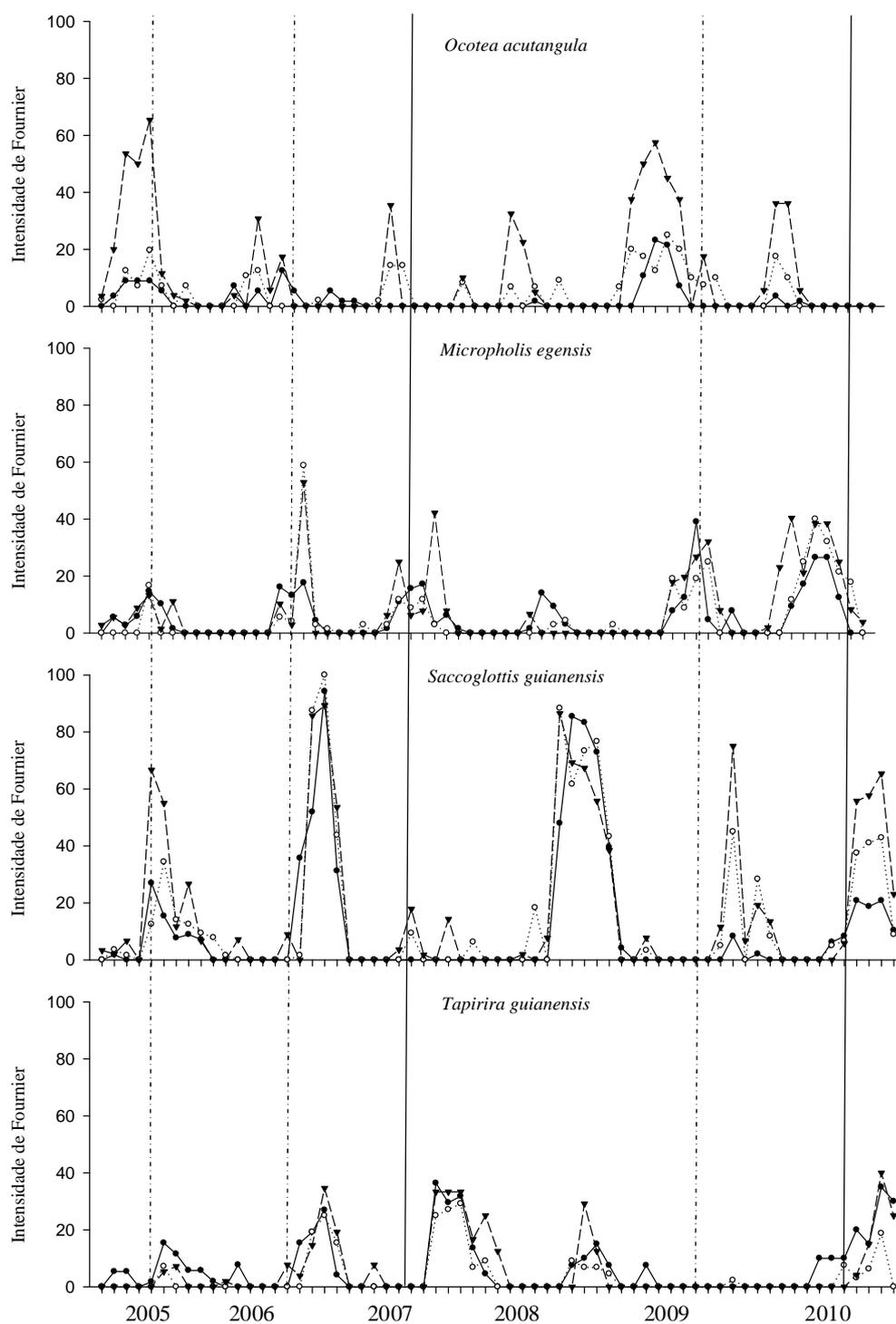
**Figura 12** – Índice de Intensidade de Fournier (%) de floração de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (—●—) sítio controle; (- - 0 - -) queimada a cada três anos e em (--▼--) queimada anualmente. Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (—).



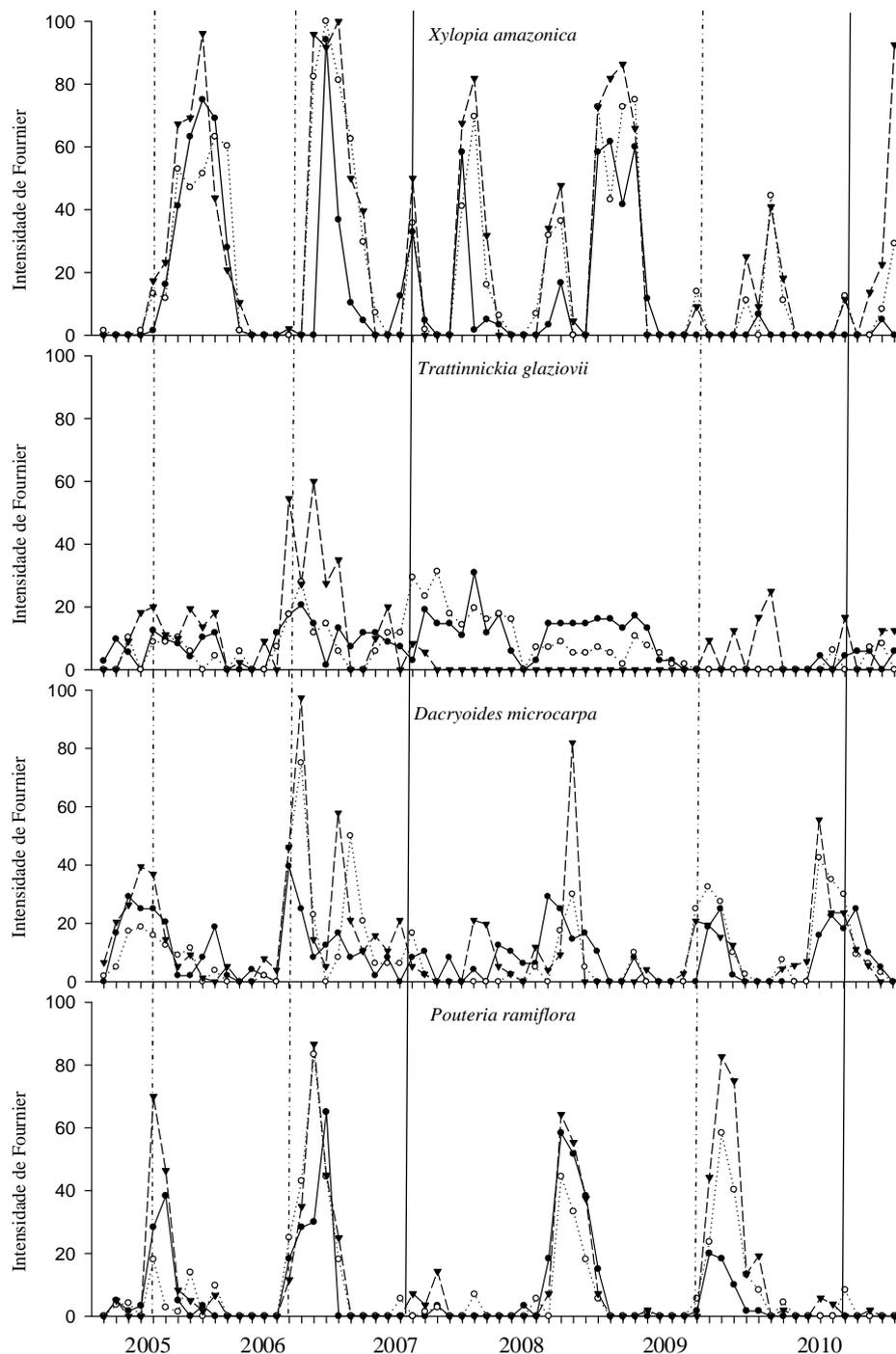
**Figura 13** – Índice de Intensidade de Fournier (%) de floração de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (●) sítio controle; (○) queimada a cada três anos e em (▼) queimada anualmente. Representação de fogo anual (----) e anual e a cada três anos (—).



**Figura 14** – Índice de intensidade de Fournier (%) de frutificação de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (—●—) sítio controle; (---○---) queimada a cada três anos e em (---▼---) queimada anualmente. Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (—).



**Figura 15** – Índice de intensidade de Fournier (%) de frutificação de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (—●—) sítio controle; (---○---) queimada a cada três anos e em (---▼---) queimada anualmente. Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (—).



**Figura 16** – Índice de intensidade de Fournier (%) de frutificação de quatro espécies arbóreas em Floresta de Transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, Fazenda Tanguro, Querência – MT, sob diferentes regimes de fogo. Em (—●—) sítio controle; (---○---) queimada a cada três anos e em (---▼---) queimada anualmente. Representação de fogo anual (-----) e anual e a cada três anos (—).

**Tabela 3.** Dados referentes à análise de ANOVA de Medidas Repetidas para as 12 espécies lenhosas observadas na Fazenda Tanguro, município de Querência – MT, entre os três sítios experimentais, onde: CON – controle, QUE1 – queimada anual e QUE3 – queimada trienal, para floração e frutificação.

Espécie	Flor			Fruto		
	F	p	Tukey	F	p	Tukey
<i>Amaioua guianensis</i>	0,845	0,431	-	15,35	<0,001	CON-QUE1 CON-QUE3
<i>Aspidosperma excelsum</i>	10,83	<0,001	CON-QUE1 QUE1-QUE3	3,512	0,03	CON-QUE1
<i>Dacryoides microcarpa</i>	6,042	0,002	CON-QUE1	1,178	0,31	-
<i>Micropholis egensis</i>	2,57	0,079	-	1,28	0,28	-
<i>Ocotea acutangula</i>	6,461	0,001	CON-QUE3	9,809	<0,001	CON-QUE1 QUE1-QUE3
<i>Ocotea guianensis</i>	0,988	0,374	-	10,46	<0,001	CON-QUE3 CON-QUE1
<i>Pouteria ramiflora</i>	1,013	0,364	-	1,316	0,27	-
<i>Saccoglottis guianensis</i>	1,348	0,262	-	1,077	0,342	-
<i>Sloanea eichleri</i>	0,259	0,772	-	0,878	0,417	-
<i>Tapirira guianensis</i>	0,418	0,658	-	1,736	0,178	-
<i>Trattinnickia glaziovii</i>	0,037	0,963	-	0,109	0,896	-
<i>Xylopiya amazonica</i>	4,305	0,014	CON-QUE1	2,968	0,053	-

#### 4 - Discussão

A evidente sazonalidade na precipitação da área de estudo, com influência marcante nas temperaturas e na umidade relativa do ar, é característica da região de domínio do Bioma Cerrado (OLIVEIRA, 2008; SILVA *et al.*, 2008). No entanto, os índices pluviométricos anuais e as temperaturas médias mensais foram geralmente superiores aqueles registrados no Cerrado (MARIMON *et al.*, 2001; SILVA *et al.*, 2008), mas semelhantes aos registrados para algumas áreas de Floresta Amazônica Brasileira (BRANDO *et al.*, 2006; PINTO *et al.*, 2008; BALCH *et al.*, 2008), e inferior aos encontrados em regiões onde a precipitação anual pode chegar a 4000mm (PUIG, 2008). Assim, apesar do considerável volume de chuvas na transição, a presença de uma estação seca evidente limita durante quatro a cinco meses por ano a disponibilidade de água para as plantas nas camadas superficiais do solo e favorece a ocorrência de queimadas na região. Assim tanto o clima sazonal (SEGHERI *et al.*, 1995, autores capítulo 1), quanto a presença do fogo podem atuar como força seletiva na

determinação do comportamento fenológico das espécies, conforme observado também em formações savânicas brasileiras.

Portanto, o volume e a sazonalidade das chuvas, bem como a disponibilidade de água no solo são fatores determinantes para a deciduidade das espécies arbóreas no Cerrado e na Floresta Amazônica (RATTER *et al.*, 1973; IVANAUSKAS *et al.*, 2004; LENZA & KLINK, 2006; SILVÉRIO & LENZA, 2010; PUIG, 2008). Assim, seria esperado que as condições de sazonalidade intermediária nas florestas de transição poderiam explicar o predomínio de espécies sempre verde com crescimento sazonal nessa região, comportamento exclusivo das 12 espécies lenhosas avaliadas na Fazenda Tanguro e descritos no capítulo 1.

A sazonalidade climática, como fator fortemente determinante do comportamento fenológicos vegetativo das espécies lenhosas de Cerrado, foi notada em dois aspectos no presente estudo. Primeiro, nos dois primeiros anos de estudo (2005 e 2006), que apresentaram maior rigor climático, a produção e perda de folhas foram mais intensos do que nos demais anos (2007 a 2010), independentemente do regime de queimadas. Segundo, mesmo após queimadas recorrentes ao longo de todo período de estudo, o padrão bianual e incomum de produção e perda de folhas foi mantido nos três tratamentos, sem apresentar diferenças significativas entre os sítios.

Esse é o primeiro trabalho que testa o efeito integrado e a longo prazo do clima e das queimadas sobre o comportamento fenológico de espécies lenhosas florestais com clima sazonal, não permitindo assim comparações diretas. Entretanto, para espécies lenhosas de formações savânicas do Cerrado, diferentes autores mostraram que o fogo exerce forte influência sobre os padrões fenológicos dos indivíduos do que aquela observada no presente estudo (FELFILI *et al.*, 1999; HOFFMANN & MOREIRA, 2002; PEREIRA, 2009; SILVÉRIO & LENZA, 2010).

Formações savânicas do Cerrado tem alta biomassa de material combustível que tornam o fogo mais intenso e com chamas mais altas (COUTINHO, 1978; MIRANDA *et al.*, 2004), enquanto as queimadas em florestas consomem apenas a serapilheira (NEPSTAD *et al.*, 1999). Além do mais, o estrato lenhoso do Cerrado é baixo e a copa dos indivíduos é atingida diretamente pelas chamas (COUTINHO, 1978; SILVÉRIO & LENZA, 2010), enquanto as árvores da floresta de transição são muito mais altas e suas copas não sofrem o efeito direto das chamas (NEPSTAD *et al.*, 1999; BALCH *et al.*, 2008).

Essas podem ser as possíveis causas das menores mudanças fenológicas temporais pela ação do fogo sobre o padrão fenológico vegetativo das espécies, inclusive relacionados à composição de folhas novas na cobertura de copa, pois após queimadas o esperado seria um rápido e intenso processo de brotação para recuperação de cobertura de copa nos sítios queimados, onde estes apresentariam maior intensidade de brotação e o que aconteceu foi que não houve diferenças significativas entre os sítios. Contudo, novos estudos, com mais espécies e em outras áreas devem ser conduzidos, para confirmar os resultados aqui observados.

A semelhança no comportamento fenológicos vegetativo das espécies pode também ser consequência dos três sítios serem adjacentes, pois o sítio não queimado pode sofrer influências dos sítios queimados, como a deposição de nutrientes provenientes das cinzas dispersas pelo vento (RAISON, 1979).

A redução de folha nova após a passagem do fogo, bem como a produção mais intensa de folhas em algumas espécies indica que a queimada tardia no período seco influenciou a ocorrência deste evento no período chuvoso do mesmo ano. Esse fenômeno foi também observado em estudos fenológicos com presença de fogo em Cerrado (FELFILI *et al.*, 1999; SILVÉRIO & LENZA, 2010). Silvério & Lenza (2010) interpretam esse fenômeno como uma estratégia para recompor a folhagem perdida pela ação do fogo. Essa estratégia parece também ser adotada por algumas espécies lenhosas das florestas de transição.

Rápida e intensa produção de folhas novas logo após a passagem do fogo em algumas espécies podem ser consequência do efeito de poda provocado pelo fogo (RAISON, 1979), pois estas espécies apresentaram preferência por rebrotas para recomposição da copa e do aparelho fotossintético e posterior investimento em outra fenofase (reprodutiva), podendo ser reflexo frente à rápida mineralização e disponibilidade de nutrientes no solo (MISTRY, 1998). Já as espécies *Dacryoides microcarpa* e *Pouteria ramiflora* que frente às queimadas retardaram a produção de folhas novas, evidenciam que as queimadas podem não ser tão prejudiciais para algumas espécies de plantas e que podem interagir diretamente com as fenofases presentes no momento da mesma (FELFILI *et al.*, 1999; COUTINHO, 1978). Estas espécies, após a passagem do fogo, mantiveram suas folhas maduras na cobertura de copa e, somente na próxima estação seca as renovaram.

A menor intensidade de folhas maduras compondo copa das espécies *Aspidosperma excelsum*, *Micropholis egensis*, *Saccoglottis guianensis*, *Tapirira guianensis*, *Pouteria ramiflora* nos sítios queimados a cada três anos, e em *Ocotea guianensis*, *Amaioua guianensis*, *Aspidosperma excelsum*, *Sloanea schleri* e *Trattinnickia glaziovii* nos sítios com queimadas anuais reforçam a ideia de que o fogo pode modificar o comportamento das plantas de habitat florestal (NEPSTAD *et al.*, 1999), pois entre estas espécies, *Ocotea guianensis*, *Amaioua guianensis*, *Aspidosperma excelsum* e *Sloanea schleri* são as espécies menos decíduas do nosso estudo e, *Trattinnickia glaziovii* foi a única espécie que concentra produção de folhas novas no período chuvoso (ver capítulo 1). Portanto, para estas espécies, a presença do fogo pode ter induzido a uma maior abscisão foliar.

Nos três sítios estudados, a floração apresentou comportamento sazonal, acontecendo durante o período seco, coincidindo com os picos de emissão de folhas novas. Este padrão já foi encontrado para algumas espécies de Cerrado no Distrito Federal (DUTRA, 1987) e em floresta seca na Índia (MURALI & SUKUMAR, 1994). Provavelmente, nestas áreas como nos Cerrados, plantas com raízes profundas absorvem água subterrânea, não sendo a água no solo um fator limitante para as espécies. Segundo Richards (1952), em ambientes tropicais sazonais, com estação seca bem definida, a maior parte dos indivíduos floresce na estação seca, induzidos por redução do fotoperíodo, maiores amplitudes de temperatura diária e as baixas temperaturas noturnas (FOURNIER, 1976; JANZEN, 1967; ARAÚJO, 1970; DAUBENMIRE, 1972; LIEBERMAN, 1982). Segundo Janzen (1967) e outros autores (MORELLATO *et al.*, 1989; NUNES *et al.*, 2005), a floração na estação seca seria vantajosa, pois as condições climáticas são favoráveis, não há chuvas pesadas que danifiquem as flores, a queda mais intensa das folhas facilita a visualização das flores pelos polinizadores e a herbivoria é reduzida.

As queimadas influenciaram nos eventos reprodutivos das espécies, interagindo diretamente com as fenofases presentes em maior ou menor grau dependendo da espécie e seu estágio reprodutivo. A presença do fogo não causou grandes reduções nos eventos reprodutivos comparados com a área controle, ao invés disso para algumas espécies houve aumento na intensidade de floração, o que pode ser explicado pela mortalidade de alguns indivíduos dos sítios submetidos ao fogo, à uma redução da parte aérea dos indivíduos sobreviventes, diminuição da competição por espaço e luz (HOFFMANN &

SOLBRIG, 2003) e maior disponibilidade de nutrientes no solo (COUTINHO, 1982). Sendo assim, mesmo frente às queimadas, as espécies teriam um mecanismo compensatório que poderia manter ou mesmo intensificar a floração em relação a áreas sem perturbações, como observado no presente estudo.

Comparando as populações das espécies que apresentaram maiores porcentagens de indivíduos e em maior intensidade de floração para os sítios queimados (*Aspidosperma excelsum*, *Dacryoides microcarpa*, *Ocotea acutangula* e *Xylopia amazonica*), é possível sugerir que haja compensação em resposta às queimadas, havendo ligação funcional com o resultado positivo para a floração, onde uma maior produção de folhas e carboidratos é capaz de sustentar as fenofases reprodutivas da planta (FRANCO, 2005).

O fogo também não influenciou negativamente na produção de frutos das espécies. Para *Ocotea guianensis*, *Amaioua guianensis*, *Aspidosperma excelsum*, *Sloanea schleri*, *Ocotea acutangula*, *Xylopia amazonica* e *Dacryoides microcarpa*, a frutificação foi geralmente mais intensa nos sítios queimados, sendo que destas *Amaioua guianensis*, *Aspidosperma excelsum*, *Ocotea acutangula* e *Ocotea guianensis* apresentaram diferenças significativas na produção de frutos para maior intensidade nos sítios queimados. Para estas espécies, a abundância de seus polinizadores pode não ter sido afetada com a presença do fogo ou estes podem ter migrado para sítios adjacentes não queimados e após o fogo retornaram aos sítios queimados (CAMPBELL & TANTON, 1981).

Para estas espécies que intensificaram a frutificação nos sítios queimados, o fogo também pode ter atuado como estímulo à produção de frutos, pois a maior disponibilidade de nutrientes no solo devido à liberação pela decomposição e combustão da matéria orgânica da serapilheira e a maior disponibilidade de fotossintatos logo após a nova coorte de folhas pode ter atuado positivamente para os maiores índices de produção de frutos. Ao contrário, quando há interferência, essa é positiva, pois das 12 espécies observadas, a maioria delas intensificaram a produção de frutos em pelo menos um dos sítios queimados, evidenciando um feedback positivo para os indivíduos sobreviventes, que intensificam a floração e a frutificação e assim aumentam as chances de colonização dos sítios desocupados com a mortalidade de alguns indivíduos.

Portanto, o comportamento observado no presente estudo demonstra que as espécies da floresta de transição não responderem ao fogo da mesma forma que as espécies arbóreas das formações savânicas do Bioma Cerrado, mas apresentam respostas de compensação aos efeitos deletérios das queimadas. A diferença nas vias evolutivas das duas floras em relação ao comportamento fenológico em resposta ao fogo fica bastante evidente neste caso, sendo possível observar de forma clara o quanto a natureza “pirogênica” das savanas neotropicais difere da natureza “meso-sazonal” da floresta de transição, onde a queimada é um elemento esporádico e ecologicamente menos interativo com a flora lenhosa, pelo menos em termos de alguns importantes aspectos da fenologia.

Diante do exposto, concluímos que nossa primeira hipótese foi em parte corroborada, pois algumas espécies expostas aos regimes de fogo têm significativa redução na cobertura de copa e intensa brotação logo após a passagem do fogo, mas, sem que houvesse diferenças significativas na produção de folhas novas entre os três sítios. Mesmo as espécies sendo de porte arbóreo, o calor do fogo pode causar abscisão foliar em algumas espécies, que é seguida de produção de novas folhas para recomposição da folhagem perdida.

Nossa segunda hipótese, de que as espécies submetidas aos regimes de fogo teriam eventos de floração mais intensos, pois teriam maior disponibilidade de nutrientes no solo, menor competitividade por recursos, além de estímulos ao florescimento foi corroborada, sendo que para quatro das espécies observadas a floração foi significativamente mais intensa nos sítios queimados.

A nossa terceira hipótese, de que a intensidade de frutos seria menor, em função da redução da fauna de polinizadores, não foi corroborada. Uma explicação para este resultado pode ser a máxima assimilação de fotossintatos após as queimadas, com investimentos pela planta em produção de folhas, flores e frutos, podendo representar uma vantagem competitiva destas plantas expostas ao clima sazonal de transição e regimes esporádicos de fogos e/ ou a migração de seus agentes polinizadores para a floresta adjacente aos sítios queimados e seu retorno após a passagem do fogo.

Assim, o fogo exerceu efeitos distintos sobre a fenologia vegetativa e sobre o sucesso reprodutivo das espécies lenhosas estudadas. No geral, as queimadas nos sítios observados não influenciaram negativamente nas fenofases das espécies, mesmo porque não foram verificadas grandes diferenças nas intensidades das fenofases entre os sítios

queimados e o controle. Comparando os resultados com as formações vegetais do bioma Cerrado, concluímos que a passagem do fogo tem efeitos menos evidentes nos eventos fenológicos das plantas de formações florestais da transição. Acreditamos que as menores intensidades e alturas das chamas e o maior porte das plantas da transição, que permitem o escape às chamas, expliquem os resultados aqui encontrados.

## 5 - Referências Bibliográficas

- ARAGÃO, L. E. O. C.; MALHI, Y.; ROMAN-CUESTA, R. M.; SAATCHI, S.; ANDERSON, L. O. & SHIMABUKURO, Y. E. Spatial patterns and fire response of recent Amazonian droughts. **Geophysical research letters**, n. 34, p. 1-5, 2007.
- ARAÚJO, V. C. Fenologia de essências florestais amazônicas. **Bol. Pesq. Florestais**, 4, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 1970.
- BALCH, J. K.; NEPSTAD, D. C.; BRANDO, P. M.; CURRAN, L. M.; PORTELA, O.; CARVALHO-JR, O. & LEFEBVRE, P. Negative fire feedback in a transitional forest of southeastern Amazonia. **Global Change Biology**, n. 14, p. 1-12, 2008.
- BALCH, J. K.; NEPSTAD, D. C.; CURRAN, L. M.; BRANDO, P. M.; PORTELA, O.; GUILHERME, P.; REUNING-SCHERER, J. D. & CARVALHO-JR, O. Size, species, and fire behavior predict tree and liana mortality from experimental burns in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, 261:68-77, 2011.
- BRANDO, P.; RAY, D.; NEPSTAD, D.; GARDINOT, C.; CURRAN, L.M. & OLIVEIRA, R. Effects of partial throughfall exclusion on the phenology of *Coussarea racemosa* (Rubiaceae) in an east-central Amazon rainforest. **Oecologia**, n. 150, p. 181-189, 2006.
- BENCKE, C. S. C. & MORELLATO, L. P. C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, p. 269- 275, 2002.
- BURNS, K. C. Is there limiting similarity in the phenology of fleshy fruits? **Journal of Vegetation Science**, n. 16, p. 617-624, 2005.
- CAMPBELL, A. J. & TANTON, M. T. Effects of fire on the invertebrate fauna of soil and litter of a eucalypt forest. In: Fire and the Australian Biota (A. M. Gill R. H. Groves & I. R. Noble. eds.). **Australian Academy of Science**, Canberra, p. 215-241, 1981.

COUTINHO, L. M. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. I. A temperatura do solo durante as queimadas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 1, p. 93-96, 1978.

COUTINHO, L. M. Ecological effects of fire in Brazilian Cerrado. In: Ecology of tropical savannas (HUNTLEY, B. J. & WALKER, B. H. eds.), **Springer-Verlag**, Berlin, p. 273-29, 1982.

DAUBENMIRE, R. Phenology and other characteristics of tropical semi-deciduous forest in North-Western Costa Rica. **J. Ecol.**, n. 60, p. 147-170, 1972.

D'ÉÇA NEVES, F. F. & MORELLATO, L. P. C. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. **Acta Botânica Brasilica**, n. 18, p. 99-108, 2004.

DEL-CLARO, K. Origens e importância das relações plantas-animais para a ecologia e conservação. In: Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico-evolutiva. DEL-CLARO, K. & TOREZAN-SILINGARDI, H. M. (eds). Rio de Janeiro. **Technical Books**, n. 1, p. 35-50, 2012.

DUTRA, R. C. Fenologia de dez espécies arbóreas nativas do cerrado de Brasília - DF. **Brasil Florestal**, v. 62, p.23-41, 1987.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta Amazonica**, n. 36, p. 395-400, 2006.

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

FLÁKER, M. J. K. & ALVES, E. A. A. F. G. Efeito Estufa e Aquecimento Global. **Mauá**. p. 44, 2007.

- FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas em árboles. **Turrialba**, v. 24, p. 422-423, 1974.
- FOURNIER, L. A. & SALAS, S. Algunas observaciones sobre la dinámica de la floración em el bosque húmedo de Villa Cólón. **Revta. Biol. Trop.**, v. 14, p. 75-85, 1976.
- FRANCO, A. C. Biodiversidade de forma e função: implicações ecofisiológicas das estratégias de utilização de água e luz em plantas lenhosas de Cerrado. In: Cerrado: Ecologia, biodiversidade e conservação. (SCARIOT, A. SOUZA-SILVA, J.C. & FELFILI, J.M. orgs.), **MMA**, Brasília, DF, 2005.
- GARCIA, L. C. **Fenologia de espécies da canga em Barão de Cocais, Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, p.123, 2007.
- GILLON, D. The fire problem in tropical savannas, p. 617-641. In: F. Boulière (ed.). Ecosystems of the world 13: Tropical savannas. **Elsevier**, Amsterdam, The Netherlands, 730p, 1983.
- GIULIETTE, A. M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P.; WANDERLEY, M. G. L. & VAN DEN BERG, C. Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 53-61, 2005.
- HOFFMANN, W. A. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. **Journal of Applied Ecology**, n. 35, p. 422-433, 1998.
- HOFFMANN, W. A. & MOREIRA, A. G. The role of fire in population dynamics of woody plants. In: The Cerrados of Brazil (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, eds.). **Columbia University Press**, New York, p. 159-177, 2002.

HOFFMANN, W. A. & SOLBRIG, O. T. The role of topkill in the differential response of savanna woody species to fire. **Forest Ecology and Management**, n. 180, p. 273-286, 2003.

IVANAUSKAS, N. M.; MONTEIRO, R.; RODRIGUES, R. R. Estrutura de um trecho de floresta Amazônica na bacia do alto rio Xingu. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, n. 2, p. 281-305, 2004.

JANZEN, D. H. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season. In: Central América. **Evolution**, n. 21, p. 620-637, 1967.

KOLLMANN, J. Dispersal of fleshy-fruited species: a matter of spatial scale? Perspectives in Plant Ecology, **Evolution and Systematics**, n. 3, p. 29-51, 2000.

LANDIM, M. F. & HAY, J. D. Impacto do fogo sobre alguns aspectos da biologia reprodutiva de *Kielmeyera coriacea* Mart. In: **Revista Brasileira de Biologia**, v. 56, p. 127-134, 1996.

LENZA, E. & KLINK, C. A. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, p. 627- 638, 2006.

LIEBERMAN, D. Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. **J. Ecol.**, n. 70, p. 791-806, 1982.

MANTOVANI, W. & MARTINS, F. R. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.11, p.101-112, 1988.

MARIMON, B. S.; FELFILI, J. M.; LIMA, E. S. & PINHEIRO-NETO, J. Distribuições de circunferências e alturas em três porções da mata de galeria do Córrego Bacaba, Nova Xavantina-MT. **Revista Árvore**, Viçosa, n. 25, p. 335-343, 2001.

MILLIKEN, W.; ZAPPI, D.; SASAKI, D. & SOARES, C. R. A. Programa Flora Cristalino: novidades sobre flora e vegetação no sul da Amazônia. In: Diversidade vegetal brasileira: conhecimento, conservação e uso. **Anais LXI Congresso Nacional de Botânica**, Manaus de 5 a 10 setembro de 2010. Org. ABSY, M.L., MATOS, F.D.A. & AMARAL, I.L. Sociedade Botânica do Brasil, v. 1, p. 257-262, 2010.

MIRANDA, H. S.; SATO, M. N.; ANDRADE, S. M. A.; HARIDASAN, M. & MORAIS, H. C. Queimadas de Cerrado: caracterização e impactos. In: Cerrado ecologia e caracterização. AGUIAR, L.M.S & CAMARGO, A.J.A., (eds). **EMBRAPA Cerrados**, Planaltina, DF, p. 69-123, 2004.

MIRANDA, H. S. & SATO, M. N. Efeito do fogo na vegetação do Cerrado. In: Cerrado: Ecologia, biodiversidade e conservação. SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J.C. & FELFILI, J.M. (orgs.). **MMA**, Brasília, DF, 2005.

MISTRY, J. Fire in the cerrado (savannas) of Brazil: an ecological review. **Progress Physical Geography**, n. 22, p. 425-448, 1998.

MOONEY, H. A.; BULLOCK, S. H. & MEDINA, E. Introduction. In: Seasonally dry tropical forests (S.H. Bullock, A. Mooney & E. Medina, eds.). **Cambridge University Press**, Cambridge, p.1-8, 1995.

MORAIS, H. C. & BENSON, W. W. Recolonização de vegetação de Cerrado após queimadas, por formigas arborícolas. **Revista Brasileira de Biologia**, n. 48, p. 459-466, 1988.

MORELLATO, L. P. C.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. & JOLY, C. A. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 12, p. 85-98, 1989.

MURALI, K. S. & SUKUMAR, R. Reproductive phenology of a tropical dry forest in Mudumalai, Southern India. **J. Ecol.**, n. 82, p. 759-767, 1994.

NEPSTAD, D. G.; MOREIRA, A. G. & ALENCAR, A. A. **A Floresta em Chamas: Origens, Impactos e Prevenção de Fogo na Amazônia**. Programa piloto para a proteção das Florestas Tropicais do Brasil. Brasília, 202p, 1999.

NEPSTAD, D. C; STICKLER, C.; SOARES FILHO, B. S. & MERRY, F. Interactions among Amazon land use, forests, and climate: prospects for a near-term forest tipping point. **Philos Trans R Soc B**, v.363(1498), p. 1737–1746, 2008.

NUNES, Y. R. F.; FAGUNDES, M.; SANTOS, R. M.; DOMINGUES, E. B. S.; ALMEIDA, H. S. & GONZAGA, A. P. D. Atividades fenológicas de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) em uma floresta estacional decidual no norte de Minas Gerais. **Lundiana**, n. 6, p. 99-105, 2005.

OLIVEIRA, P. S. & GIBBS, P. E. In: OLIVEIRA, P. S. & MARQUIS, R. J. **The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. New York City: **Columbia University Press**, ISBN 0-231-12043-5, 2002.

OLIVEIRA, P. E. A. M. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de Cerrado. In: Sano, S.M., Almeida, S.P. & RIBEIRO (eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Cerrados, Planaltina, Distrito Federal. 273-310, 2008.

OLIVEIRA, A. C. M. & SANTOS, P. G. P. Introdução Geral. In: OLIVEIRA, A. C. M.; SANTOS, J. B. & SANTOS-COSTA, M. C. S (Orgs). **Os animais da Tanguro, Mato Grosso: diversidade na zona de transição entre a Floresta Amazônica e o Cerrado**. Belém: MPEG, UFPA, IPAM, p. 11- 16, 2010.

PEREIRA, O. R. **Efeitos do Fogo Sobre os Padrões Fenológicos de Espécies Lenhosas de Um Cerrado Sentido Restrito No Município de Nova Xavantina, Mt: Uma Comparação Entre Anos Consecutivos**. Conclusão do Curso de graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas – Departamento de Ciências Biológicas, Universidade do Estado do Mato Grosso, Nova Xavantina, p. 65, 2009.

PINTO, A. M.; MORELLATO, L. P. C. & BARBOSA, A. P. Fenologia reprodutiva de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Fabaceae) em duas áreas de floresta na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 4, p. 643 – 650, 2008.

PRIMACK, R. B. Patterns of flowering phenology in communities, populations, individual, and single flowers. In The population structure of vegetation (J. White, ed.). **Dr. W. Junk Publishers**, Dordrecht, p.571-593, 1985.

PUIG, H. **A Floresta Tropical Úmida**. UNESP: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 2008.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2009.

RAISON, R. J. Modification of the soil environment by vegetation fires, with particular reference to nitrogen transformations. **Plant and soil**, n. 51, p. 73-108, 1979.

RATHCKE, B. Competition and facilitation among plants for pollination. In: Real, L. (ed.). Pollination biology. **Academic Press**, Orlando, Florida, USA, p.305-329, 1983.

RATTER, J. A; RICHARDS, P. W.; ARGENT, G. & GIFFORD, D. R. Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso. I The woody vegetation types of the Xavantina-Cachimbo Expedition area. **Phil. Trans.**, n. 226, p. 449-492, 1973.

RICHARDS, P. W. Tropical rain forest an ecological study. **Cambridge Univ. Press.**, Cambridge, p. 423, 1952.

RUNDEL, P. W. & JARREL, W. M. Water in the environment. In: Plant physiological ecology: field methods and instrumentation (PEARCY, R. W.; EHLERINGER, J.; MOONEY, H. A. & RUNDEL, P. W. eds.). **Chapman & Hall**. London, p. 457, 1989.

SEGHIERI, J.; FLORET, C. & PONTANIER, R. Plant phenology in relation to water availability: herbaceous and woody species in the savannas of northern Cameroon. **Journal of Tropical Ecology**, n. 11, p. 237-254, 1995.

SIGMA PLOT. **Scientific Graphing Software: versão 10.0**. San Rafael: Hearne Scientific Software, 2006.

SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D. & EVANGELISTA, B. A. Caracterização climática do Bioma Cerrado. In: **Cerrado: ecologia e flora** (S.M. Sano; S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds.). Embrapa Cerrados, Brasília, p. 61-88, 2008.

SILVÉRIO, D. V. & LENZA, E. Fenologia de espécies lenhosas em um cerrado típico no Parque Municipal do Bacaba, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 3, p. 205-216, 2010.

SILVESTRINI, R. A.; SOARES-FILHO, B. S.; NEPSTAD, D. C.; COE, M.; RODRIGUES, H. O. & ASSUNÇÃO, R. Simulating fire regimes in the Amazon in response to climate change and deforestation. **Ecol Appl** v. 21, n. 5, p. 1573–1590, 2011.

STEUTER, A. A. & McPHERSON, G. R. Fire as a physical stress. In: BEDUNAH, D.J., SOSEBEE, R.E. Wildland plants physiological ecology and developmental morphology. **Denver: Society for Range Management**, p.550-579, 1995.

SUZUKI, S. Leaf phenology, seasonal changes in leaf quality and herbivory pattern of *Sanguisorba tenuifolia* at different altitudes. **Oecologia**, n. 117, p. 169-176, 1998.

Sites consultados:

IPAM (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia). Disponível em: <[www.ipam.org.br](http://www.ipam.org.br)>. Acesso em: 27 de fev. 2010.

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 20 abr. 2012.

Anexos

## 01 - Rev. bras. Bot. - Instruções aos autores

ISSN 0100-8404 versão impressa

ISSN 1806-9959 versão on-line INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Objetivo

Normas editoriais

Instruções aos autores

### Objetivo

A Brazilian Journal of Botany é a publicação oficial da Sociedade Botânica de São Paulo - SBSP, cujo objetivo é publicar artigos originais de pesquisa científica em Botânica, somente em inglês.

### Normas editoriais

Os manuscritos completos (incluindo figuras e tabelas) devem ser enviados somente online ao Editor Responsável da Brazilian Journal of Botany através do endereço do sistema de submissão eletrônica de manuscritos (<http://submission.scielo.br/index.php/rbb/index>). A aceitação dos trabalhos depende da decisão do Corpo Editorial. Os artigos devem conter as informações estritamente necessárias para a sua compreensão. Artigos que excedam 15 páginas impressas (cerca de 30 páginas digitadas, incluindo figuras e tabelas) poderão ser publicados, a critério do Corpo Editorial, devendo o(s) autor(es) cobrir o custo adicional de sua publicação.

Fotografias coloridas poderão ser publicadas, a critério do Corpo Editorial, devendo o(s) autor(es) cobrir os custos de publicação das mesmas. As notas científicas deverão apresentar contribuição científica ou metodológica original e não poderão exceder 10 páginas digitadas, incluindo até 3 ilustrações (figuras ou tabelas). Notas científicas seguirão as mesmas normas de publicação dos artigos completos. Artigos de revisão podem ser publicados, a convite do Corpo Editorial.

### Instruções aos autores

A Brazilian Journal of Botany (BJBot), periódico editado pela Sociedade Botânica de São Paulo (SBSP), publica artigos originais de pesquisa completos e notas científicas em Ciências Vegetais, em Inglês.

Preparar todo o manuscrito com numeração sequencial das páginas incluindo tabelas e ilustrações utilizando: Word for Windows versão 2000 ou superior; fonte

Times New Roman, tamanho 12 e espaçamento duplo. Deixar apenas um espaço entre as palavras e não hifenizá-las. Usar tabulação (tecla Tab) apenas no início de parágrafos. Não usar negrito ou sublinhado. Usar itálico apenas para nomes científicos, palavras e expressões em latim ou em outra língua (exceto nomes e designações de localidades), descrições ou diagnoses de táxons novos, nomes e números de coletores, além de casos mais específicos, como genética e estatística.

#### Formato do manuscrito

Primeira página - Título: conciso e informativo (em negrito, centralizado e apenas com as iniciais maiúsculas); nome completo do(s) autor(es) (em maiúsculas); filiação, endereço completo, autor para correspondência e respectivo e-mail como nota de rodapé; título resumido. Auxílios, bolsas recebidas e números de processos, quando for o caso, devem ser referidos no item Acknowledgements.

Texto - Iniciar em nova página colocando sequencialmente: Introduction, Material and methods, Results / Discussion, Acknowledgments and References.

Citar cada figura e tabela no texto em ORDEM NUMÉRICA CRESCENTE.

Colocar as citações bibliográficas de acordo com os exemplos: Smith (1960) / (Smith 1960); Smith (1960, 1973); Smith (1960a, b); Smith & Gomez (1979) / (Smith & Gómez 1979); Smith et al. (1990) / (Smith et al. 1990); (Smith 1989, Liu & Barros 1993, Araujo et al. 1996, Sanches 1997).

Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações de material botânico, incluindo ordenadamente: local e data de coleta, nome e número do coletor e sigla do herbário, conforme os modelos a seguir: BRASIL. MATO GROSSO: Xavantina, s.d., H.S. Irwin s.n. (HB3689). SÃO PAULO: Amparo, 23-XII-1942, J.R. Kuhlmann & E.R. Menezes 290 (SP); Matão, ao longo da BR 156, 8-VI-1961, G. Eiten et al. 2215 (SP, US).

Nos demais tipos de trabalhos os materiais-testemunho devem ser referidos.

Os nomes de autores de táxons de plantas vasculares devem ser abreviados seguindo Brummit & Powell (1992), colocando espaços após cada ponto, como ex.: *Brassica nigra* (L.) W. D. J. Koch. O(s) nome(s) do(s) autor(es) em nível de espécie ou abaixo deve(m) ser citado(s) no Abstract e na primeira vez que aparece(m) no texto e opcionalmente no título.

Abreviaturas de obras em trabalhos taxonômicos devem seguir o BPH. Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (S.E. Sanchez, unpublished data).

Citar números e unidades da seguinte forma:

- Escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades ou indiquem numeração de figuras ou tabelas.

- Separar as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens ou para graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas); utilizar abreviações sempre que possível.

- Utilizar, para unidades compostas, exponenciação e não barras (Ex.: mg day<sup>-1</sup> nunca mg/day,  $\mu$ mol min<sup>-1</sup> nunca  $\mu$ mol/min). Não inserir espaços para mudar de linha, caso a unidade não caiba na mesma linha. Não inserir figuras no arquivo do texto.

Referências bibliográficas - Indicar ao lado da referência a(s) página(s) onde a mesma foi citada, em todas as versões que forem enviadas. Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos:

ZAR, J.H. 1999. Biostatistical analysis. 4th ed., Prentice Hall, Upper Saddle River. YEN, A.C. & OLMSTEAD, R.G. 2000. Phylogenetic analysis of *Carex* (Cyperaceae): generic and subgeneric relationships based on chloroplast DNA. In *Monocots: Systematics and evolution* (K.L. Wilson & D.A. Morrison, eds.). CSIRO Publishing, Collingwood, p.602-609.

BENTHAM, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. In *Flora brasiliensis* (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds.). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349.

DÖBEREINER, J. 1998. Função da fixação de nitrogênio em plantas não leguminosas e sua importância no ecossistema brasileiro. In *Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros* (S. Watanabe, coord.). Aciesp, São Paulo, v.3, p.1-6.

FARRAR, J.F., POLLOCK, C.J. & GALLAGHER, J.A. 2000. Sucrose and the integration of metabolism in vascular plants. *Plant Science* 154:1-11.

PUNT, W., BLACKMORE, S., NILSSON, S. & LE THOMAS, A. 1999. Glossary of pollen and spore terminology.

<http://www.biol.ruu.nl/~palaeo/glossary/glosint.htm> (accessed 2003 Apr 10).

Citar dissertações ou teses somente em caráter excepcional, quando as informações nelas contidas forem imprescindíveis para o entendimento do trabalho e quando não estiverem publicadas na forma de artigos científicos. Nesse caso, utilizar o seguinte formato:

SANO, P.T. 1999. Revisão de Actinocephalus (Koern.) Sano - Eriocaulaceae.

Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Não citar resumos de congressos.

Tabelas

Usar os recursos de criação e formatação de tabela do Word for Windows.

Evitar abreviações (exceto para unidades).

Colocar cada tabela em página separada e o título na parte superior conforme exemplo:

Table 1. Total flavonoids and total phenol production (% of dry mass) in leaves of *Pyrostegia venusta*.

Não inserir linhas verticais; usar linhas horizontais apenas para destacar o cabeçalho e para fechar a tabela.

Figuras

Enviar ilustrações em pranchas (fotos ou desenhos, gráficos, mapas, esquemas) no tamanho máximo de 23,0 × 17,5 cm, incluindo preferencialmente o espaço necessário para a legenda. Não serão aceitas figuras que ultrapassem o tamanho estabelecido ou que apresentem qualidade gráfica ruim. Figuras devem ser geradas com pelo menos 600 dpi de resolução, salvas no programa utilizado (CorelDraw, Photoshop) e, também, em .tif e nunca devem ser coladas no MS Word ou no Power Point. Gráficos ou outras figuras que possam ser publicados em uma única coluna (8,5 cm) serão reduzidos; atentar, portanto, para o tamanho de números ou letras, para que continuem visíveis após a redução. Tipo e tamanho da fonte, tanto na legenda quanto no gráfico, deverão ser os mesmos utilizados no texto.

Gráficos e figuras confeccionados em planilhas eletrônicas devem vir acompanhados do arquivo com a planilha original. Colocar cada prancha em página separada e o conjunto de legendas das figuras, sequencialmente, em outra(s) página(s). Utilizar escala de barras para indicar tamanho. A escala, sempre que possível, deve vir à esquerda da figura; o canto inferior direito deve ser reservado para O(S) NÚMERO(S) DA(S) FIGURA(S). Letras devem ser utilizadas somente para legenda

interna. O não cumprimento de todas exigências acima, referentes ao envio das figuras/imagens, poderá implicar em má qualidade na impressão final e nestes casos o comitê editorial poderá decidir pela rejeição, mesmo de manuscritos anteriormente aceitos. Sempre que houver dúvida consulte o fascículo mais recente da RBB. O trabalho somente receberá data definitiva de aceite após aprovação pelo Corpo Editorial, tanto em relação ao mérito científico quanto ao formato gráfico. Para maiores informações enviar e-mail para [rbbot@ig.com.br](mailto:rbbot@ig.com.br)

[[Home](#)] [[Sobre esta revista](#)] [[Corpo editorial](#)] [[Assinaturas](#)]

Todo o conteúdo do periódico, exceto onde está identificado, está licenciado sob uma Licença Creative Commons

Caixa Postal 57088

04093-970 São Paulo SP Brasil

Tel.: +55 11 5584-6300 - ramal 225

[rbbot@ig.com.br](mailto:rbbot@ig.com.br)

## 02- Bioscience Journal

ISSN 1981-3163 - Versão Online

ISSN 1516-3725 - Versão Impressa

Universidade Federal de Uberlândia

Av. Para, 1720

Bloco 2U - Sala 24

Campus Umuarama

B. Umuarama

38400-902 - Uberlândia, MG, Brasil

Fone: +55-34-3218-2546

[biosciencej@ufu.br](mailto:biosciencej@ufu.br)

### - *Submissões*

- » Diretrizes para Autores
- » Declaração de Direito Autoral
- » Política de Privacidade
- » Taxas para Autores

## Diretrizes para Autores

Todas as colaborações devem ser enviadas por meio do Sistema Eletrônico de Editoração de Revista – SEER, endereço:  
<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/login>

No momento da submissão on line, o autor principal deverá enviar um ofício assinado por todos os autores, solicitando a submissão do artigo e a sua possível publicação, exclusivamente nesta revista. O ofício deverá conter dados pessoais de todos os autores (títulos, endereço para correspondência, e-mail e Instituição a que está ligado - modelo do ofício em: "Sobre"). O ofício deverá ser digitalizado e transferido, no momento da submissão, em "documentos suplementares".

Para artigos com autoria múltipla, é necessário informar a ordem de apresentação dos autores e declaração de cada um autorizando a publicação.

Os projetos de pesquisa que envolvam a participação de seres humanos, deverão ser encaminhados juntamente com a aprovação do Comitê de Ética.

A redação deve primar por clareza, brevidade e concisão, digitadas em fonte Times New Roman, tamanho 12, em espaço duplo e com margem de, no mínimo, 2 cm e linhas numeradas.

Os trabalhos devem ser apresentados sem identificação de autores, inclusive os anexos, fotos e gravuras.

O artigo será encaminhado a três (03) revisores da área, no menor tempo possível, sem a identificação dos autores e, será considerado aprovado com 02 pareceres favoráveis.

Os originais serão publicados em português, inglês ou espanhol.

A revista se reserva o direito de efetuar nos originais alterações de ordem normativa, ortográfica e gramatical, com vistas a manter o padrão culto da língua, respeitando, porém, o estilo dos autores. As provas finais não serão enviadas aos autores.

Os trabalhos publicados passam a ser propriedade da revista Bioscience Journal, ficando sua reimpressão, total ou parcial, sujeita à autorização expressa da direção da revista. Deve ser consignada a fonte de publicação original.

Não serão fornecidas separatas. Os artigos estarão disponíveis para impressão, no formato PDF, no endereço eletrônico da revista.

Após a avaliação e aprovação do artigo, a revista classificará as colaborações de acordo com as seguintes seções:

1. Artigos originais - Artigos que apresentem contribuição inteiramente nova ao

conhecimento e permitam que outros investigadores, baseados no texto escrito, possam julgar as conclusões, verificar a exatidão das análises e deduções do autor e repetir a investigação se assim o desejarem. Incluem-se aqui os resumos e teses. Devem conter: Título em português e inglês, Resumo (de 200 a 400 palavras), Palavras-chave, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusão (opcional), Agradecimentos, Abstract (de 200 a 400 palavras), , Keywords, Referências. Os trabalhos não devem exceder a 20 páginas, incluídos os anexos.

2. Artigos de Revisão - Serão aceitos para submissão, apenas a convite do editor. As revisões devem abordar temas de interesse, atualizados. Devem conter: Título em português e inglês, Resumo, Palavras-chave, Texto, Conclusão(opcional), Agradecimentos (caso necessário), Abstract, Keywords, Referências. Os trabalhos não devem exceder a 30 páginas, incluídos os anexos e as Referências Bibliográficas.

3. Relato de caso(s) - Artigos predominantemente clínicos, de alta relevância e atualidade, relatos de achados na área clínica e básica. Devem conter: Título em português e inglês, Resumo, Palavras-chave, Introdução, Relato do caso, Discussão, Conclusão(opcional), Agradecimentos (caso necessário), Abstract, Keywords, Referências. Os trabalhos não devem exceder 10 páginas, incluídos os anexos.

4. Comunicação - Artigo não original, demonstrando a experiência de um grupo ou de um serviço, abrangendo preferencialmente ensino, pesquisa, políticas de saúde e exercício profissional. Deve conter: Título em português e inglês, Resumo, Palavras-chave, Introdução, Conteúdo, Agradecimentos (caso necessário), Abstract, Keywords, Referências . Os trabalhos não devem exceder 10 páginas, incluídos os anexos.

5. Notas prévias - Pequenas informações que apesar de conterem novos dados, ainda não permitem ao leitor, pela provisoriidade do texto, definir a conclusão. Devem conter: Título em português e inglês, Resumo, Palavras-chave, Texto, Abstract, Keywords, Referências . Os trabalhos não devem exceder a 5 páginas, incluídos os anexos.

6. Editoriais - Colocações solicitadas a especialistas de áreas afins, indicados pela Comissão Editorial, visando analisar um tema de atualidade. Devem conter: Título em português e inglês, Autor, Palavras-chave, Texto (português e inglês), Keywords, Referências (caso necessário). Os trabalhos não devem exceder a 2 páginas, incluídos os anexos.

#### Apresentação dos Trabalhos

Formato: Todas as colaborações devem ser enviadas por meio do Sistema Eletrônico de Editoração de Revista – SEER, endereço:  
[www.biosciencejournal.ufu.br/submissions.php](http://www.biosciencejournal.ufu.br/submissions.php).

O texto deve estar gravado em extensão RTF (Rich Text Format) ou em formato Microsoft Word (2003). Os metadados deverão ser obrigatoriamente preenchidos

com o título do trabalho, nome(s) do(s) autor(es), último grau acadêmico, instituição que trabalha, endereço postal, telefone, fax e e-mail.

O texto será escrito cordialmente, com intercalação de tabelas e figuras, já inseridas no texto, em quantidade mínima necessária para a sua compreensão.

No corpo do trabalho não deverá constar os nomes dos autores, que deverão ser encaminhados em folha separada, com dados pessoais (títulos, endereço para correspondência, e-mail e Instituição a que está ligado), como medida de sigilo.

**Título do trabalho:** O título deve ser breve e suficientemente específico e descritivo, contendo as palavras-chave que representem o conteúdo do texto separadas por ponto, ambos acompanhados de sua tradução para o inglês.

**Resumo:** Deve ser elaborado um resumo informativo com cerca de 200 a 400 palavras, incluindo objetivo, método, resultado, conclusão, acompanhado de sua tradução para o inglês. Ambos devem ter, no máximo, 800 palavras.

**Palavras-chave:** As palavras-chave e keywords não devem repetir palavras do título, devendo-se incluir o nome científico das espécies estudadas. As palavras devem ser separadas por ponto e iniciadas com letra maiúscula. Os autores devem apresentar de 3 a 6 termos, considerando que um termo pode ser composto de duas ou mais palavras.

**Agradecimentos:** Agradecimentos a auxílios recebidos para a elaboração do trabalho deverão ser mencionados no final do artigo, antes das referências.

**Notas:** Notas contidas no artigo devem ser indicadas com um asterisco imediatamente depois da frase a que diz respeito. As notas deverão vir no rodapé da página correspondente. Excepcionalmente poderão ser adotados números para as notas junto com asteriscos em uma mesma página, e nesse caso as notas com asteriscos antecedem as notas com número, não importando a ordem dessas notas no texto. **Apêndices:** Apêndices podem ser empregados no caso de listagens extensivas, estatísticas e outros elementos de suporte.

**Figuras e tabelas:** Fotografias nítidas, gráficos e tabelas em preto e branco (estritamente indispensáveis à clareza do texto) serão aceitos, e deverão ser assinalados, no texto, pelo seu número de ordem, nos locais onde devem ser intercalados. Se as ilustrações enviadas já tiverem sido publicadas, mencionar a fonte.

Os manuscritos mesmo apresentando relevância científica e estarem metodologicamente corretos poderão ser recusados se apresentados de forma desorganizada e fora das normas da Bioscience Journal. Manuscritos bem escritos e apresentados de acordo com as normas são revisados com mais rapidez e, também, exigindo menos esforço dos revisores. Antes da submissão, recomenda-se uma consulta aos últimos trabalhos publicados pela Bioscience Journal.

Trabalhos que tenham sido consultados e mencionados no texto são da

responsabilidade do autor.

Informação oriunda de comunicação pessoal, trabalhos em andamento e os não-publicados não devem ser incluídos na lista de referências, mas indicados em nota de rodapé da página em que forem citados.

Referências: NBR 6023/2002. A exatidão e adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e mencionados no texto são da responsabilidade do autor. Informação oriunda de comunicação pessoal, trabalhos em andamento e os não publicados não devem ser incluídos na lista de referências, mas indicados em nota de rodapé da página onde forem citados.

As referências incluídas no final de cada artigo devem ser escritas em folhas separadas do texto principal, em ordem alfabética de acordo com as normas da ABNT NBR-6023, ago. 2002. Na lista de Referências, no final do artigo, todos os autores devem ser mencionados. Não é permitido o uso da expressão et al.

Observar os exemplos das referências abaixo:

Livro no todo:

GRAZIANI, Mário. Cirurgia buco-maxilo-facial. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1976. 676 p.

Capítulo de livro sem autoria própria:

PERRINS, C. M. Social systems. In: \_\_\_\_\_. Avian ecology. Glasgow: Blackie, 1983. cap. 2, p. 7-32.

Capítulo de livro com autoria própria:

GETTY, R. The Gross and microscopic occurrence and distribution of spontaneous atherosclerosis in the arteries of swine. In: ROBERT JUNIOR.; A., ATRAUSS, R. (Ed.). Comparative atherosclerosis. New York: Harper & Row, 1965. p. 11-20.

Monografias, Dissertações e Teses:

CORRALES, Edith Alba Lua Segovia. Verificação dos efeitos genotóxicos dos agentes antineoplásicos citrato de tamoxifen e paclitaxel. 1997. 84 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Bioquímica) – Curso de Pós-Graduação em Genética e Bioquímica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 1997.

Trabalhos apresentados em eventos: Congressos, Seminários, Reuniões...

NOVIS, Jorge Augusto. Extensão das ações de saúde na área rural. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE, 7., 1980, Brasília. Anais... Brasília: Centro de Documentação do Ministério da Saúde, 1980. p. 37-43.

Artigos de periódicos:

COHEN, B. I.; CONDOS, S.; DEUTSCH, A. S.; MUSIKANT, B. L. La fuerza de fractura de tres tipos de materiales para el muñon en combinacion com tres espigas endodontiacales distintas. R. Cent. C. Biomed. Univ. Fed. Uberlândia,

Uberlândia, v. 13, n. 1, p. 69-76, dez. 1997.

Obs.: Quanto ao título de periódicos, deve-se adotar um único padrão. Na lista de Referências todos os títulos de periódicos devem vir abreviados ou todos por extenso e, em negrito.

Nota:

Quando se tratar de documento eletrônico, deve-se fazer a referência normal, acrescentando-se ao final informações sobre a descrição do meio ou suporte.

Exemplo:

Capítulo de livro com autoria própria disponível em CD-ROM:

FAUSTO, A. I. da F.; CERVINI, R. (Org.). O trabalho e a rua. In: BIBLIOTECA nacional dos direitos da criança. Porto Alegre: Associação dos Juizes do Rio Grande do Sul, 1995. 1 CD-ROM.

Artigo de periódicos em meio eletrônico:

ROCHA-BARREIRA, C. A. Caracterização da gônada e ciclo reprodutivo da *Collisella subrugosa* (Gastropoda: Acmaeidae) no Nordeste do Brasil. *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, v. 62, n. 4b, nov. 2002. Disponível em: Acesso em: 20 abr. 2003.

Recomendações: Recomenda-se que se observem as normas da ABNT referentes à apresentação de artigos em publicações periódicas (NBR 6023/2002), apresentação de citações em documentos (NBR 10.520/2002), apresentação de originais (NBR 12256), norma para datar (NBR 5892), numeração progressiva das seções de um documento (6024/2003) e resumos (NBR 6028/2003), bem como a norma de apresentação tabular do IBGE.

## NORMAS PARA ELABORAÇÃO DE FIGURAS

1. As figuras podem ser feitas em softwares de preferência dos autores (Excel, Sigma Plot, etc.), devendo ser inseridas e enviadas em formato TIFF ou JPG com resolução mínima de 300 dpi.
2. As figuras deverão ter largura máxima de 8,0 cm ou 16,0 cm.
3. Os títulos e a escala dos eixos x e y deverão ser em Times New Roman tamanho 11. As linhas dos eixos e demais linhas (e.g., curvas de regressão) deverão ter espessura de 0,3 mm. Todas as informações contidas no interior da figura (e.g., equações, legendas) deverão ser em Times New Roman tamanho 10 ou no mínimo 8. São dispensáveis as bordas, direita e superior, em gráficos.
4. Todas as figuras deverão ser inseridas convenientemente no texto logo após a sua chamada, consecutivamente e em números arábicos. As figuras deverão ser inseridas no texto por meio do comando “Inserir Imagem/Figura Arquivo”.
5. As figuras podem ser constituídas por múltiplos gráficos, tanto na horizontal como na vertical, respeitando a largura máxima de 16,0 cm e 8,0 cm, respectivamente. Quando se tratar de figuras com vários gráficos, os mesmos

deverão ser identificados por letras (A, B, C, D) em maiúsculo entre parênteses, fonte Times New Roman tamanho 11.

Transferência de Direitos Autorais:

Todas as pessoas relacionadas como autores devem assinar a Transferência de Direitos Autorais:

“Declaro que, em caso de aceitação do artigo, a Bioscience Journal passa a ter os direitos autorais a ele referentes, que se tornarão propriedade exclusiva da Revista, vedado a qualquer reprodução, total ou parcial, em qualquer outra parte ou meio de divulgação, impressa ou eletrônica, sem que a prévia e necessária autorização seja solicitada e, se obtida, farei constar o competente agradecimento à Revista.

Assinaturas do(s) autor(es) Data \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

As opiniões emitidas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade.

Declaração de Responsabilidade:

Todas as pessoas relacionadas como autores devem assinar a declaração de responsabilidade nos termos abaixo:

- Certifico que participei da concepção do trabalho para tornar pública minha responsabilidade pelo seu conteúdo, não omitindo quaisquer ligações ou acordos de financiamento entre os autores e companhias que possam ter interesse na publicação deste artigo;
- Certifico que o manuscrito é original e que o trabalho, em parte ou na íntegra, ou qualquer outro trabalho com conteúdo substancialmente similar, de minha autoria, não foi enviado a outra Revista e não o será, enquanto sua publicação estiver sendo considerada pela Bioscience Journal, quer seja no formato impresso ou no eletrônico.

Endereço para envio de trabalhos

<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/login>

### **Condições para submissão**

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista; não sendo o caso, justificar em "Comentários ao Editor".
2. Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word (2003), RTF ou WordPerfect

3. O texto está em espaço duplo; usa uma fonte de 12-pontos; emprega *itálico* ao invés de sublinhar (exceto em endereços URL); com figuras e tabelas inseridas no texto, e não em seu final.
4. A identificação de autoria deste trabalho foi removida do arquivo(word 2003) e da opção Propriedades no Word, garantindo desta forma o critério de sigilo da revista. O texto cumpre com as normas de formatação da revista citados em Normas para os autores na seção Sobre a Revista.
5. No momento da submissão on line, o autor principal deverá enviar um ofício assinado por todos os autores, solicitando a submissão do artigo e a sua possível publicação, exclusivamente nesta revista. O ofício deverá ser digitalizado e transferido em "documentos suplementares".
6. Todos os endereços "URL" no texto (ex.: <http://pkp.ubc.ca>) estão ativos.
7. O artigo está sendo submetido corretamente na seção correspondente, de acordo com a sua área
8. Os manuscritos mesmo apresentando relevância científica e estarem metodologicamente corretos poderão ser recusados se apresentados de forma desorganizada e fora das normas da Bioscience Journal. Manuscritos bem escritos e apresentados de acordo com as normas são revisados com mais rapidez e, também, exigindo menos esforço dos revisores. Antes da submissão, recomenda-se uma consulta aos últimos trabalhos publicados pela Bioscience Journal.
9. Todos os itens acima são requisitos básicos para a submissão de um artigo e, caso não estejam de acordo com as normas da revista, ou os metadados não estejam preenchidos corretamente, o referido artigo NÃO SERÁ considerado para avaliação.

### **Declaração de Direito Autoral**

Os direitos autorais para artigos publicados nesta revista são do autor, com direitos de primeira publicação para a revista. Em virtude de aparecerem nesta revista de acesso público, os artigos são de uso gratuito, com atribuições próprias, em aplicações educacionais e não-comerciais.

### **Política de Privacidade**

Os nomes e endereços de email neste site serão usados exclusivamente para os propósitos da revista, não estando disponíveis para outros fins.