UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CÂMPUS DE BOTUCATU

PADRÕES FENOLÓGICOS EM ECOSSISTEMAS EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO E EM FRAGMENTO FLORESTAL VIZINHO

MARCOS DAS NEVES GUSMÃO HOMEM

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Ciência Florestal

BOTUCATU-SP

Maio – 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CÂMPUS DE BOTUCATU

PADRÕES FENOLÓGICOS EM ECOSSISTEMAS EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO E EM FRAGMENTO FLORESTAL VIZINHO

MARCOS DAS NEVES GUSMÃO HOMEM

Orientadora: Profª Drª Vera Lex Engel

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Ciência Florestal

BOTUCATU-SP

Maio – 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO – SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO – UNESP – FCA – LAGEADO – BOTUCATU (SP)

Homem, Marcos das Neves Gusmão, 1982-
H765p Padrões fenológicos em ecossistemas em processo de restauração e em fragmento florestal vizinho / Marcos das Neves Gusmão Homem. – Botucatu : [s.n.], 2011
xii, 113 f. : il. color., gráfs. color., tabs., maps. color.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2011
Orientador: Vera Lex Engel
Inclui bibliografia

1. Fenologia. 2. Mata Atlântica. 3. Monitoramento florestal. 4. Restauração ecológica. I. Engel, Vera Lex. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **PADRÕES FENOLÓGICOS EM ECOSSISTEMAS EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO E EM FRAGMENTO FLORESTAL VIZINHO.**

ALUNO: MARCOS DAS NEVES GUSMÃO HOMEM

ORIENTADORA: PROFA. DRA. VERA LEX ENGEL

Aprovado pela Comissão Examinadora

PROFA. DRA. VERA LEX ENGEL

PROFA. DRA. FÁTIMA CONCEIÇÃO M. PINA-RODRIGUES

PROFA. DRA. GISELDA DURIGAN

Data da Realização: 26 de maio de 2011.

Aos meus pais...

AGRADECIMENTOS

A profª. Drª. Vera Lex Engel que aceitou me orientar, pela paciência, dedicação e serenidade frente aos desafios.

A Faculdade de Ciências Agronômicas, em especial ao Depto de Recursos Naturais/Ciências Florestais que tão bem me acolheu mesmo eu sendo biólogo.

A profª. Drª. Renata C. Batista Fonseca e a profª. Drª. Rita C. S. Maimoni Rodella pela participação na pré-banca e pelas contribuições oferecidas. A profª. Drª. Giselda Durigan e a profª. Drª. Fátima Conceição Márquez Pinã Rodrigues pela participação na banca.

Ao prof. Dr. Luiz Alberto Blanco Jorge pelas imagens e fotografias da Fazenda Edgardia.

Aos funcionários do depto de Recursos Naturais/Ciências Florestais, Aparecido Agostinho Arruda (Dicão), Maria de Lourdes S. Trevisan (Lurdinha) e Silvia de C. F. do Império.

Ao Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (LERF-UNESP) e a todos que gloriosamente o representam. Em especial aos que colaboraram para que esse trabalho fosse executado: Adriano (Bzerra), Márcio (Nukco), Jaqueline (Jaguer), Monique (nem deu tempo de colocar apelido, desistiu antes), Vitória (Skin), Mariane (Boladona), Elder (técnico agropecuário presente em todas as coletas de dados, também conhecido como narizinho),

Aos contemporâneos do programa de pós-graduação em Ciência Florestal do LERF, Leonardo (Zé Butina), Rita (não teve o prazer de estudar na UNESP), Beatriz (Felícia), Lauro, Danilo (Pita), Diego (Panda), Luciane (Hã) etc. que apesar de não irem a campo ajudaram muito também.

A minha família, meus pais Elias e Cristina, meus irmãos Adriano e Cecilia, aos sobrinhos e a todos aqueles que conviveram comigo durante este projeto.

A Heloiza (Fervo), minha namorada, que aguentou minhas perguntas de biólogo contribuindo de forma indispensável para este trabalho e para ótimos momentos em minha vida.

Ao Bill Gates por criar o Windows Mobile® e a Compaq® por fabricar um "palm" economizando várias folhas de papel, energia do computador para digitar as planilhas e a ponta dos meus dedos.

A todas as pessoas que me contaram ótimas piadas para que eu conseguisse motivar a equipe no campo, sempre contando novas piadas, todas com alta qualidade e criatividade. Ao Geraldo Vandré que compôs "*Pra Não Dizer Que Não Falei Das Flores"* música que há 13 anos o Elder canta todos os dias de campo e que até hoje ele só sabe o começo.

A FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela bolsa que possibilitou a realização desta pesquisa.

SUMÁRIO

Página

RESUMO 1
SUMMARY 3
1. INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5
2. OBJETIVOS 12
3. MATERIAL E MÉTODOS 13
3.1 Descrição da Área de Estudos 13
3.2 Delineamento Experimental 17
3.3 Amostragem e Coleta dos Dados 20
3.4 Forma de Análise dos Resultados 26
4. RESULTADOS 28
4.1 Fenofases por tratamento 28
4.1.1 Floração 28
4.1.2 Frutificação 35
4.1.3 Brotação 41
4.1.4 Queda de folhas 47
4.2 Sistemas de polinização 53
4.2.1 Síndromes de polinização 53
4.2.2 Sazonalidade de floração por síndromes de polinização 55
4.3 Síndromes de dispersão 57
4.3.1 Diferenças de síndromes entre os tratamentos 57
4.3.2 Sazonalidade de frutificação de grupos de espécies com mesma síndrome de dispersão 58
4.4 Mudança Foliar 60
4.5 Comparação entre a área em restauração e o fragmento florestal 62
4.5.1 Intensidade das Fenofases 62
4.5.1.1 Floração 62
4.5.1.2 Frutificação 63
4.5.1.3 Brotação 63

4.5.1.4 Queda foliar 64
4.5.2 Índice de Atividade 65
4.5.3 Padrões fenológicos de espécies comuns entre a área em restauração e o fragmento florestal 68
4.6 Índice de Sazonalidade 74
5. DISCUSSÃO 75
5.1 Análise das fenofases 75
5.1.1 Floração 75
5.1.2 Frutificação 77
5.1.3 Brotação 79
5.1.4 Queda de folhas 80
5.2 Síndromes de polinização, dispersão e estratégias de mudança foliar 81
5.3Análise da área em restauração e o fragmento florestal 83
5.4 Análise dos padrões fenológicos de espécies comuns entre a área em restauração e o fragmento florestal 85
5.5 Análise do Índice de Sazonalidade 86
6. CONCLUSÕES 87
7. REFERÊNCIAS 89

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1: Localização da Fazenda Edgardia, na Bacia do Rio Capivara, em Botucatu – SP com coordenadas UTM e orientação.....14
Figura 2: Fotografia aérea do ano 2005 com escala 1:32.000 ilustrando a Fazenda Experimental Edgardia – SP.....15
Figura 3: Distribuição espacial da vegetação natural e dos diferentes usos do solo na Fazenda Edgardia em Botucatu – SP.....15
Figura 4: Dados climáticos da normal climatológica de precipitação (mm), temperatura mínima, media e máxima (ºC), insolação (horas) e umidade relativa (UR%) no período de janeiro de 1971 a janeiro de 2010 construídos a partir de dados coletados na Estação Agrometeorológica do Departamento de Ciências Ambientais da UNESP campus de Botucatu/Lageado.....16
Figura 5: Dados climáticos de precipitação (mm), temperatura mínima, média e máxima (ºC), insolação (horas) e umidade relativa (UR%) do período de setembro de 2008 a maio de 2010 construídos a partir de dados coletados na Estação Agrometeorológica do Departamento de Ciências Ambientais da UNESP campus de Botucatu/Lageado.....17
Figura 6: Intensidade da fenofase floração obtida pela somatória das notas de cada espécie nos diferentes tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010.....30
Figura 7: Índice de atividade de indivíduos expressando a fenofase floração nos tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010.....33
Figura 8: Índice de atividade de espécies expressando a fenofase floração nos tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010.....34
Figura 9: Intensidade da fenofase frutificação obtida pela somatória das notas de cada espécie nos diferentes tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010.....36
Figura 10: Índice de atividade de indivíduos expressando a fenofase frutificação nos tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010.....39

Figura 11: Índice de atividade de espécies expressando a fenofase frutificação nos tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010.....40
Figura 12. Intensidade da fenofase brotação obtida pela somatória das notas de cada espécie nos diferentes tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010.....42
Figura 13: Índice de atividade de indivíduos expressando a fenofase brotação nos tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010.....45
Figura 14: Índice de atividade de espécies expressando a fenofase brotação nos tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010.....46
Figura 15: Intensidade da fenofase queda foliar obtida pela somatória das notas de cada espécie nos diferentes tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010.....48
Figura 16: Índice de atividade de indivíduos expressando a fenofase queda foliar nos tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010.....51
Figura 17: Índice de atividade de espécies expressando a fenofase queda foliar nos tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010.....52
Figura 18: Distribuição das espécies por síndromes de polinização nos diferentes tratamentos em porcentagem e número de espécies.....53
Figura 19: Síndromes de polinização observadas nos diferentes tratamentos em porcentagem do total de indivíduos.....55
Figura 20: Distribuição das espécies por síndromes de polinização nos diferentes tratamentos em porcentagem e numero de espécies.....57
Figura 21: Síndromes de polinização observadas nos diferentes tratamentos em porcentagem do total de indivíduos.....59
Figura 22: Mudança foliar em porcentagem de espécies por estratégia nos diferentes tratamentos da área em restauração e no fragmento florestal.....60
Figura 23: Mudança foliar observada nos diferentes tratamentos em porcentagem do total de indivíduos.....61
Figura 24: Intensidade da Fenofase floração em porcentagem da nota máxima possível na área de restauração e no fragmento florestal durante o período de observação.....62
Figura 25: Intensidade da Fenofase frutificação em porcentagem da nota máxima possível na área de restauração e no fragmento florestal durante o período de observação.....63

Figura 26: Intensidade da Fenofase brotação em porcentagem da nota máxima possível na área de restauração e no fragmento florestal durante o período de observação.....64
Figura 27: Intensidade da Fenofase queda foliar em porcentagem da nota máxima possível na área de restauração e no fragmento florestal durante o período de observação.....65
Figura 28: Índice de Atividade da comunidade apresentando a fenofase floração na área de restauração e no fragmento florestal durante o período de observação.....65
Figura 29: Índice de Atividade da comunidade apresentando a fenofase frutificação na área de restauração e no fragmento florestal durante o período de observação.....66
Figura 30: Índice de Atividade da comunidade apresentando a fenofase brotação na área de restauração e no fragmento florestal durante o período de observação.....67
Figura 31: Índice de Atividade da comunidade apresentando a fenofase queda na área de restauração e no fragmento florestal durante o período de observação.....67
Figura 32: Intensidade de fenofase floração, frutificação, brotação e queda foliar da espécie *Croton floribundus* comparando o comportamento fenológico na área de plantio de restauração e o fragmento florestal no período de março de 2009 a abril de 2010.....70
Figura 33: Intensidade de fenofase floração, frutificação, brotação e queda foliar da espécie *Schizolobium parahyba* comparando o comportamento fenológico na área de plantio de restauração e o fragmento florestal no período de março de 2009 a abril de 2010.....71
Figura 34: Intensidade de fenofase floração, frutificação, brotação e queda foliar da espécie *Casearia sylvestris* comparando o comportamento fenológico na área de plantio de restauração e o fragmento florestal no período de março de 2009 a abril de 2010.....73

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1: Famílias, espécies vegetais e número de indivíduos selecionados no fragmento florestal e na área restaurada em seus respectivos tratamentos na Fazenda Experimental Edgardia no município de Botucatu – SP.....22

Tabela 2: Índice de sazonalidade nas fenofases floração, frutificação, brotação e queda foliar nos diferentes tratamentos observados na Fazenda Experimental Edgardia, Botucatu, SP.....74

LISTA DE APÊNDICES

Página

Apêndice 1 - Espécies utilizadas por grupo ecológico / silvicultural na área em processo de restauração.....105
Apêndice 2 - Listagem das espécies medicinais utilizadas na área restaurada.....108
Apêndice 3 – Famílias, espécies vegetais e síndromes de polinização, dispersão e mudança foliar dos indivíduos selecionados nos diferentes tratamentos e fragmento florestal (T6) na Fazenda Experimental Edgardia no município de Botucatu – SP.....109

PADRÕES FENOLÓGICOS EM ECOSSISTEMAS EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO E EM FRAGMENTO FLORESTAL VIZINHO. Botucatu, 2011. 113p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autor: MARCOS DAS NEVES GUSMÃO HOMEM
Orientadora: VERA LEX ENGEL

RESUMO

A avaliação do sucesso da restauração depende do monitoramento de indicadores de trajetórias sucessionais em áreas restauradas, em relação a ecossistemas de referência. A fenologia também pode ser utilizada como um critério de monitoramento nestas áreas, por estar associada aos processos de reprodução, recrutamento e herbivoria nessas comunidades. Estudos fenológicos de espécies plantadas são essenciais para que se conheça seu comportamento em um ambiente diferente do natural. O objetivo deste trabalho foi analisar se comunidades em processo de reestruturação apresentam funcionamento semelhante a um ecossistema de referência, em relação a alguns aspectos fenológicos. O estudo foi realizado no município de Botucatu, SP, onde foi instalado há 11 anos um experimento de diferentes modelos de restauração com 5 tratamentos e três repetições. O fragmento de referência tem cerca de 303 ha, e situa-se a 100 m do experimento de restauração. Foram observadas quinzenalmente e quantificadas as fenofases: floração, frutificação, brotamento e mudança foliar. Foram selecionados 333 indivíduos no fragmento florestal de 48 espécies. Na área restaurada foram selecionados indivíduos de todas as espécies encontradas em idade reprodutiva e algumas que ainda não a atingiram, somando 363 indivíduos de 46 espécies. Foram computadas as intensidades médias das fenofases por quinzena entre todas as espécies estudadas. Para indicar a porcentagem de indivíduos que estavam manifestando determinada fenofase foi calculado o índice de atividade. Foi calculado também o índice de sazonalidade para cada fenofase em cada tratamento. A atividade da fenofase floração e frutificação foram maiores nos indivíduos da área em restauração o que pode estar relacionada à menor competitividade e maior disponibilidade de radiação solar. A melitofilia e a zoocoria foram as síndromes mais observadas, sendo encontradas em 4 dos 5 tratamentos da área em restauração sendo este o padrão encontrado no fragmento florestal. Em todos os tratamentos as espécies

brevidecíduas foram maioria. A análise dos padrões fenológicos nos tratamentos mostrou que, mesmo após mais de uma década de plantio eles ainda diferem de um fragmento florestal de referência. Entretanto, o modelo de plantio de alta diversidade (T5) foi aquele que mais se aproximou da comunidade de referência. Os resultados indicam que o planejamento da restauração deve contemplar a introdução de diferentes grupos de plantas quanto às suas estratégias fenológicas, de modo a garantir uma oferta de recursos para guildas de polinizadores, dispersores e herbívoros mais semelhantes à de comunidades naturais.

Palavras chave: fenologia, restauração ecológica, monitoramento ambiental, Mata Atlântica

PHENOLOGICAL PATTERNS IN ECOSSYSTEMS BEING RESTORED AND IN A NEIGHBORING FOREST FRAGMENT. Botucatu, 2011. 113p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: MARCOS DAS NEVES GUSMÃO HOMEM
Adviser: VERA LEX ENGEL

SUMMARY

The evaluation of the success of restoration depends on the monitoring indicators of successional trajectories in restored areas, in relation to reference ecosystems. Phenology can also be used as a criterion for monitoring these areas because it is associated to the processes of reproduction, recruitment and herbivory in these communities. Phenological studies of planted species are essential to know whether their behavior in an environment different from natural. The objective was to examine whether communities in the restructuring process have run similar to an ecosystem of reference in relation to some aspects of phenology. The study was conducted in Botucatu, Brazil, where it was installed 11 years ago an experiment with different models catering with 5 treatments and three replications. The fragment in question has about 303 ha and is located 100 m from the restoration experiment. Were observed and quantified fortnightly phenophases flowering, fruiting, budding and leaf changes. We selected 333 individuals in 48 species of forest fragment. In the restored area were selected individuals of all species found in reproductive age and some who have not yet reached, totaling 363 individuals from 46 species. We computed the mean intensities of both clones by half of all species. To indicate the percentage of individuals who were expressing particular phenology index was calculated activity. The index was also calculated for each seasonal phenology in each treatment. The activity of flowering and fruiting phenology were higher in subjects from the area in which restoration may be related to lower competitiveness and greater availability of solar radiation. The melittophily and zoochory syndromes were more frequent, being found in 4 of 5 treatments in restoration of the area and this is the pattern found in the forest fragment. All treatments were most brevideciduous species. The analysis of phenological patterns in the treatments showed that even after more than a decade of planting they still differ from one forest fragment reference. However, planting model of high diversity (T5) to

one that was closest to the community of reference. The results indicate that restoration planning should contemplate the introduction of different groups of plants and their phenological strategies in order to ensure the availability of resources for guilds of pollinators, dispersers and herbivores more similar to that of natural communities.

Keywords: phenology, ecological restoration, environmental monitoring, Atlantic Rainforest

1. INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A restauração ecológica pode ser entendida como a ciência, prática e arte de assistir e manejar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas (ENGEL; PARROTTA, 2003). Podemos entender integridade ecológica como a habilidade de um ecossistema suportar e manter um conjunto integrado, balanceado e adaptativo de organismos, com estrutura, diversidade e organização funcional comparáveis aos habitats e ecossistemas naturais da região (KARR, 1994). Deste modo, almeja-se com a restauração, reconstruir comunidades e recuperar processos ecossistêmicos até um nível mais semelhante possível ao de um ecossistema de referência.

As florestas tropicais utilizadas como um ecossistema de referência, de uma maneira geral, comportam um maior número de espécies vegetais e animais, e uma maior complexidade ecológica, em comparação a outros tipos de ecossistemas. Além disso, pelo menos três processos cruciais para a regeneração das plantas estão fortemente ligados às suas interações com animais: polinização, dispersão e recrutamento (CATERALL, 2003; SILVA, 2003). Deste modo, restaurar uma comunidade vegetal implica também na necessidade de restaurar as interações essenciais com os animais, principalmente polinizadores, dispersores de sementes e herbívoros (SILVA, 2003; REIS et al., 2003).

Dentro deste contexto, o estudo fenológico da vegetação é uma abordagem integrativa que permite quantificar as mudanças sazonais nos processos do ecossistema e as maneiras como as mesmas afetam as interações animais-planta. A fenologia não é uma palavra nova. Ela vem do grego, significando o estudo da aparência, neste caso, a aparência das flores, frutos e sementes (THONE, 1934), e pode ser definida como o estudo da ocorrência de eventos biológicos repetitivos e das causas de sua ocorrência em relação às forças seletivas bióticas e abióticas e da sua inter-relação entre as fases caracterizadas por estes eventos, dentro de uma mesma ou de várias espécies (LIETH, 1974).

Os estudos fenológicos contribuem para o entendimento da dinâmica dos ecossistemas florestais e são essenciais para o estudo de ecologia e evolução dos trópicos (CROAT, 1969; FOURNIER; CHARPANTIER, 1975). Também são de interesse básico nos estudos ecológicos sobre a biodiversidade, produtividade e organização das comunidades e sobre as interações das plantas com a fauna, tendo importância em programas de conservação de recursos genéticos, manejo florestal e planificação de áreas silvestres (MOONEY et al., 1980; CAMACHO; OROZCO, 1998).

O estudo dos padrões fenológicos permite avaliar a disponibilidade de recursos para a fauna ao longo do ano (MORELLATO, 1995). O conhecimento da floração e frutificação permite prever os períodos de reprodução das plantas, seus ciclos de crescimento e outras características de grande valia no manejo florestal (FOURNIER, 1974; 1976), e na restauração de ecossistemas (KNOWLES; PARROTTA, 1995). Lieth (1974) sugere que o sucesso na criação de modelos para ecossistemas depende de considerações sobre fenologia e sazonalidade.

Os estudos fenológicos podem ser divididos em dois grupos (VAN SCHAIK, 1993). Uma parte deles registra a fenologia de grupo de espécies com polinizadores ou dispersores comuns ou de grupo local de espécies, tentando elucidar os padrões temporais das fenofases. A maioria desses trabalhos não contempla diretamente os fatores que induzem as mudanças fenológicas. O outro grupo trabalha mais de perto com as relações entre a fenologia e as variações em alguns parâmetros ambientais como a disponibilidade de água no solo ou a temperatura do ar. Estes estudos têm o objetivo de descobrir quais fatores induzem ou limitam as mudanças fenológicas (VAN SCHAIK, 1993).

O período reprodutivo é uma fase de grande importância para a dinâmica das populações e para a própria sobrevivência das espécies. Deste período, a floração e a dispersão merecem destaque. Mantovani e Martins (1988) ressaltaram que o período de floração deve ser uma adaptação da espécie à dispersão de seus diásporos, que seria otimizada quando os agentes dispersores tivessem ótimas condições para sua ação. Os padrões fenológicos podem variar dentro de uma espécie, se avaliados em diferentes ecossistemas (NEWSTROM et al., 1994), e a taxa de floração e frutificação pode variar entre populações, entre indivíduos e entre anos (STEPHENSON, 1981; ENGEL; MARTINS, 2005).

Vários fatores podem influenciar estas variações fenológicas. A exposição à luz, o dano foliar (MARQUIS, 1988), o estresse hídrico (WRIGHT, 1991) e o aborto de flores (BAWA; WEBB, 1984) são alguns dos fatores mais importantes que influenciam os padrões fenológicos das plantas. Já a adaptação do período de produção de sementes pode estar relacionada à atividade de polinizadores e dispersores, ao desenvolvimento do fruto e da semente, ao comportamento de predadores de sementes e às necessidades específicas para a germinação (JANZEN, 1976). Contudo, detectar uma correlação entre variáveis climáticas e uma resposta fenológica especifica é relativamente fácil, porém isso não demonstra que a variável climática em questão é a reguladora da fenologia (CLELAND, 2006; SHERRY, 2007).

A variação no comportamento fenológico dos indivíduos de uma população determinam o grau de sincronia de floração das populações de plantas (BAWA, 1983). A sincronia de floração e o comportamento fenológico afetam o sucesso reprodutivo. Portanto, variações no comportamento fenológico das plantas podem gerar isolamento temporal causado pela falta de sincronia de floração nos indivíduos. A falta de sincronia foi apontada como um importante fator que afeta a reprodução e a estrutura genética das populações de plantas (DOLIGEZ; JOLY, 1997).

A frutificação, porém, depende das características dos frutos e da síndrome de dispersão das espécies, bem como do estrato ocupado pelos indivíduos adultos (MORELLATO; LEITÃO-FILHO, 1990, 1992). Outro fator relevante refere-se ao grupo ecológico a que pertence a espécie, determinando sua estratégia reprodutiva. Além das características intrínsecas das espécies, as variações climáticas também influenciam a

fenologia, regulando a época, a intensidade, a duração e a periodicidade dos eventos fenológicos.

Em alguns trabalhos de fenologia aborda-se a disponibilidade de frutos para os animais (FRENCH, 1992; PERES, 1994), já em outros, esta avaliação é feita a partir do padrão de frutificação de espécies zoocóricas (MORELLATO; LEITÃO-FILHO, 1992; GRIZ; MACHADO, 2001; BATALHA; MARTINS, 2004). Estas espécies, com frutos dispersos por animais são muito importantes para a manutenção da oferta de recursos para a fauna ao longo do ano (FIGLIOLIA; KAGEYAMA, 1995), principalmente em formações vegetais sob clima sazonal, onde ocorrem períodos de escassez de frutos (GALETTI; PEDRONI, 1994; DEVELEY; PERES, 2000). Por outro lado, os animais frugívoros são imprescindíveis como agentes efetivos na dispersão das sementes dessas espécies, levando-as a longa distância, e possibilitando a sua regeneração e a colonização de outras áreas (FIGLIOLIA; KAGEYAMA, 1995).

A oferta de frutos, além de constante, deve ser capaz de suprir os diferentes grupos alimentares que frequentam a área. Essa abrangência se faz importante ao considerarmos que buscamos aumentar as relações de interação ecológica, tornando o sitio uma possível residência para a fauna e não somente um local de alimentação. A partir de uma riqueza maior de espécies vegetais aumentamos a probabilidade de oferta de frutos ao longo do ano e também de suprir diferentes hábitos alimentares, além de diferentes grupos de polinizadores que buscam variados tipos de flores (FONSECA, 2005).

O comportamento contínuo de frutificação, com picos em diferentes meses, e maior número de espécies zoocóricas foi verificado em estudos realizados em florestas tropicais (MORELLATO et al.2000). Esses trabalhos mostraram que muitas espécies apresentam frutos por longos períodos e disponibilizam os frutos maduros aos poucos. Uma hipótese para explicar este comportamento é que os animais residentes necessitam de um constante suprimento de frutos (SNOW 1965).

A estação de frutificação e outras características da produção de frutos são produtos de uma grande diversidade de pressões seletivas (FLEMING, 1979; SNOW, 1965), que convergem para um objetivo final: a dispersão dos diásporos. As principais pressões seletivas que determinariam as estratégias de frutificação apresentadas pelas plantas seriam: estacionalidade climática, ambiente ocupado pela espécie da planta na floresta (estrato

superior, sobdossel, clareiras, etc.), pressão de predação, disponibilidade de frugívoros dispersores adequados ao longo do ano e competição interespecífica entre as espécies que utilizam os mesmos agentes dispersores (SNOW, 1965; SMYTHE, 1970; JANZEN, 1978; FLEMING, 1979; OPLER et al., 1980; HOWE; SMALLWOOD, 1982).

As relações planta-herbívoro são importantes para determinar a sazonalidade de brotação, expansão foliar e queda das folhas. A oferta de folhas novas é fundamental para o sistema inseto-planta (BASSET, 1991), sendo que a abundância de artrópodes é menor quando a oferta de folhas novas é escassa (LEIGH JR; WINDSOR, 1982; BOINSKI; FOWLER, 1989). Folhas produzidas durante o período máximo de brotação sofrem menos injúrias por herbívoros que as folhas produzidas em outras épocas (AIDE, 1988). Nas florestas em que a estação seca não é limitante para o crescimento, a brotação nesta estação também está relacionada ao escape da herbívora pela menor abundância geral de herbívoros generalistas, e ocorrendo com alto sincronismo na população favorece a saciedade do herbívoro especifico (AIDE, 1992).

Os ciclos das espécies são regulados por uma interação complexa entre genes e condições ambientais. Genes podem conferir uma propensão para o crescimento ou a reprodução independente das condições ambientais (STINCHCOMBE, 2004; BALASUBRAMANIAN, 2006).

As metodologias de estudos fenológicos variam quanto ao intervalo das observações, podendo este ser semanal (MORELLATO et al., 1990), quinzenal (MORELLATO; LEITÃO-FILHO, 1990) ou mensal (MAGALHÃES; ALENCAR, 1979; ALENCAR, 1988). Entretanto, segundo Costa et al. (1992) seria desaconselhável a utilização de períodos com longos intervalos, na fase de coleta de dados, por causa do risco de não serem observados os eventos que se manifestam em curto espaço de tempo. Uma metodologia para avaliar eventos fenológicos é baseada na caracterização das fenofases (floração, floração em botão, frutos, frutos verdes, frutos maduros, queda das folhas e brotação) e na intensidade das mesmas (FOURNIER, 1974). Para observar esses eventos fenológicos uma amostra de dez indivíduos por espécie, com avaliações quinzenais, seria suficiente para caracterizar fenologicamente comunidades florestais (FOURNIER; CHARPANTIER, 1975).

Engel e Martins (2005) ressaltam a importância dos estudos de longo prazo para se determinar padrões fenológicos em florestas tropicais, devido à grande variação

interanual desses processos na comunidade. Entretanto, estudos de curto prazo, com apenas um a dois anos de observações têm sido mais frequentes na literatura (TALORA; MORELLATO, 2000; BENCKE; MORELLATO, 2002; MANTOVANI et al, 2003; REYS et al, 2005). Além disso, quando o objetivo é comparar comunidades quanto a seus padrões fenológicos, durante um mesmo intervalo de tempo, estudos de curto prazo são suficientes para detectar diferenças entre as mesmas, como em Morellato e Leitão-Filho (1992).

Os estudos fenológicos em florestas tropicais no Brasil são relativamente recentes (ALENCAR, 1979; MATTHES, 1980; MANTOVANI; MARTINS, 1988; MORELLATO et al, 1990; MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1990; MORELLATO, 1991; MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1992; COSTA et al, 1992; MORELLATO, 1995; FONSECA, 1998; FERRAZ et al, 1999; TALORA; MORELLATO, 2000; ENGEL, 2001; BENCKE; MORELLATO, 2002; MANTOVANI et al, 2003; BATALHA; MARTINS, 2004; REYS et al, 2005), sendo todos realizados em comunidades naturais.

Como critérios de monitoramento de áreas restauradas costumam-se utilizar o recrutamento de novos indivíduos, a presença de fauna na área, da macrofauna do solo, se há alterações nas características físicas e químicas do solo, da ciclagem de nutrientes, entre outras (JAZEN, 1976; BENTHAM et.al., 1992; VAN AARDE et. al., 1996; PARROTA et. al.; 1997; TURKER; MURPHY, 1997). A fenologia pode ser vista como mais um critério no monitoramento de áreas restauradas, pois permite conhecer a sazonalidade de seus eventos e suas variações anuais, e a disponibilidade dos recursos para a fauna. Uma vez que a partir da reprodução das plantas há a atração de polinizadores e dispersores, herbívoros e carnívoros, que juntamente com os propágulos que podem ser trazidos por eles, podem restabelecer a função de uma área restaurada, sem mais a interferência direta do homem (REIS et al, 2003).

Não há registros na literatura de estudos fenológicos feitos em florestas restauradas ou em processo de restauração. Há apenas os trabalhos de Knowles e Parrotta (1985) e Zamith e Scarano (2004) que utilizaram critérios fenológicos para a escolha de espécies para a restauração, respectivamente para a floresta amazônica e em ecossistemas de restinga. Entretanto, critérios fenológicos não têm sido utilizados no desenho de sistemas de plantio

O monitoramento das comunidades em áreas restauradas é uma atividade muito importante, devendo ser efetuado tanto para permitir a correção de eventuais

desvios nas trajetórias sucessionais das mesmas, como para a criação de uma base de dados que permita refinar as estratégias prescritas para a restauração de ecossistemas degradados. Em vista da relevância em conhecer os padrões fenológicos e da restauração é de suma importância conhecer a fenologia em áreas que estão em processo de restauração. Conhecer como uma espécie se comporta em um sítio de restauração torna-se essencial para restabelecer as interações que são necessárias para o equilíbrio que visamos a partir da restauração ecológica. Com a informação dos padrões fenológico da área pode-se realizar o manejo adaptativo visando suprir falhas que podem ter ocorrido ao se iniciar a restauração de determinada área, através do enriquecimento, por exemplo, com espécies de grupos fenológicos ausentes.

2. OBJETIVOS

Este trabalho visa testar a hipótese de que comunidades em processo de reestruturação possam apresentar funcionamento semelhante a ecossistemas de referência, quanto a seus padrões fenológicos de floração, frutificação e mudança foliar.

Como objetivo específico, o trabalho visa estudar as fenofases das espécies lenhosas e identificar padrões fenológicos de diferentes modelos de plantios mistos com espécies nativas voltados à restauração florestal, em comparação a um fragmento vizinho de floresta estacional semidecidual em bom estado de conservação.

Pretende-se elucidar as seguintes questões de estudo:

1. Após mais de uma década do plantio, áreas em processo de restauração apresentam padrões de comportamento fenológico semelhante a ecossistemas de referência?
2. A riqueza e composição de espécies afeta os padrões fenológicos de comunidades em restauração?
3. Uma espécie plantada pode mudar seu comportamento fenológico em relação ao seu ambiente natural?

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área de estudos

O estudo foi desenvolvido no município de Botucatu, na Fazenda Experimental Edgardia, pertencente ao campus da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), cujas coordenadas geográficas são: 25º52' S e 28º26' O (Figura 1 e 2). A Fazenda Edgardia possui 1152 hectares e ocupa o "front" oriental da cuesta de Botucatu. Cerca de 65% de sua área (747 ha) é coberta por cinco fragmentos de vegetação natural, com as tipologias floresta estacional semidecidual (614 ha) e cerradão (133 ha). Destes, uma pequena fração é de mata alterada por extrações seletivas de madeira, além de matas secundárias tardias, matas secundárias alteradas por incêndios, capoeiras jovens ou degradadas pelo fogo e matas ciliares. O restante da área é utilizado para práticas agrícolas e pecuárias (Figura 3).

A precipitação média anual na região é de aproximadamente 1300 mm, oscilando entre 650 mm nos anos mais secos e 1850 mm nos anos mais úmidos. O período seco ocorre, historicamente, entre abril e setembro e o período úmido ocorre entre outubro e março. A temperatura média anual é de 19,4°C, com amplitude média de 5,6° C (Figura 4). O clima da região segundo critérios adotados por Koeppen, baseado nas observações meteorológicas é Cfa, que significa região com clima temperado (Mesotérmico),

constantemente úmida, tendo quatro ou mais meses com temperaturas médias superiores a 10ºC, cuja temperatura do mês mais quente é igual ou superior a 22ºC. Na Fazenda a altitude varia de 500 a 800 m, compreendendo duas províncias geomorfológicas: cuestas basálticas e depressão periférica. (JORGE; SARTORI, 2002).

Em função da grande diversidade de ambientes encontrada na Fazenda Edgardia e por ser essa uma área de transição entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado, Ortega e Engel (1992) comentam que esse local possui uma riqueza florística e faunística peculiares, com grande valor ecológico e taxonômico.

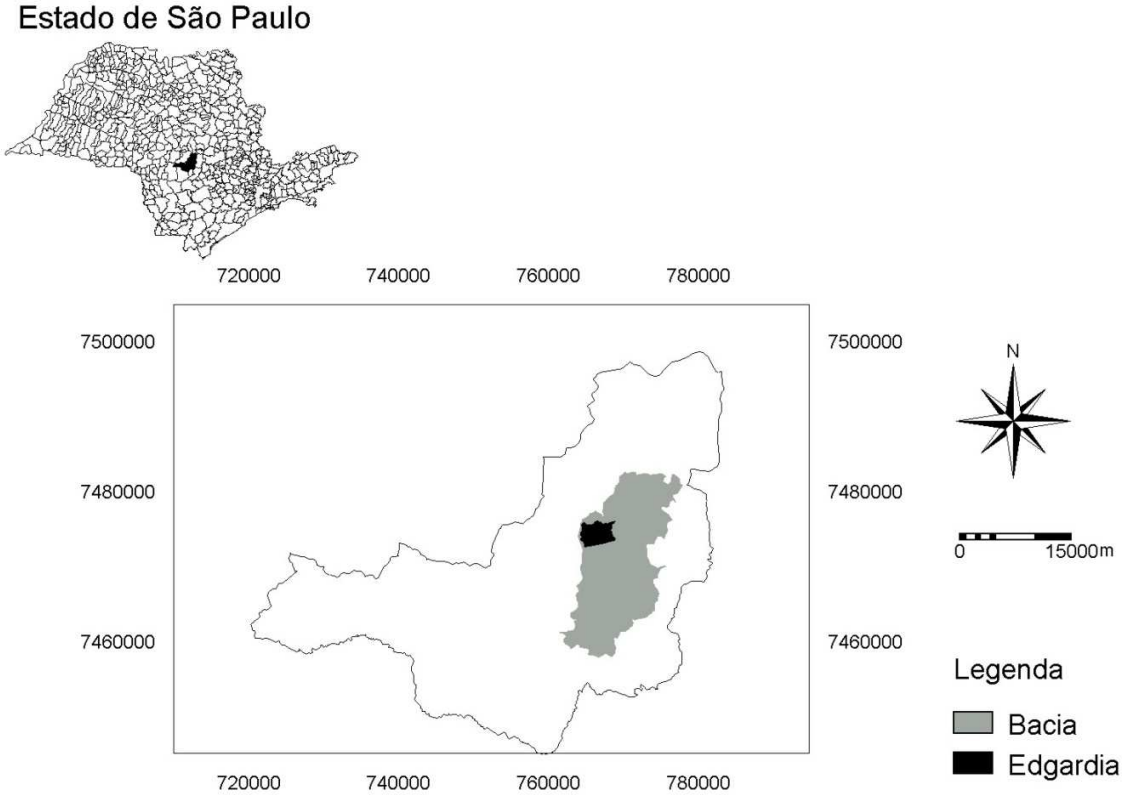

Figura 1: Localização da Fazenda Edgardia, na Bacia do Rio Capivara, em Botucatu – SP com coordenadas UTM e orientação (JORGE; SARTORI, 2002).

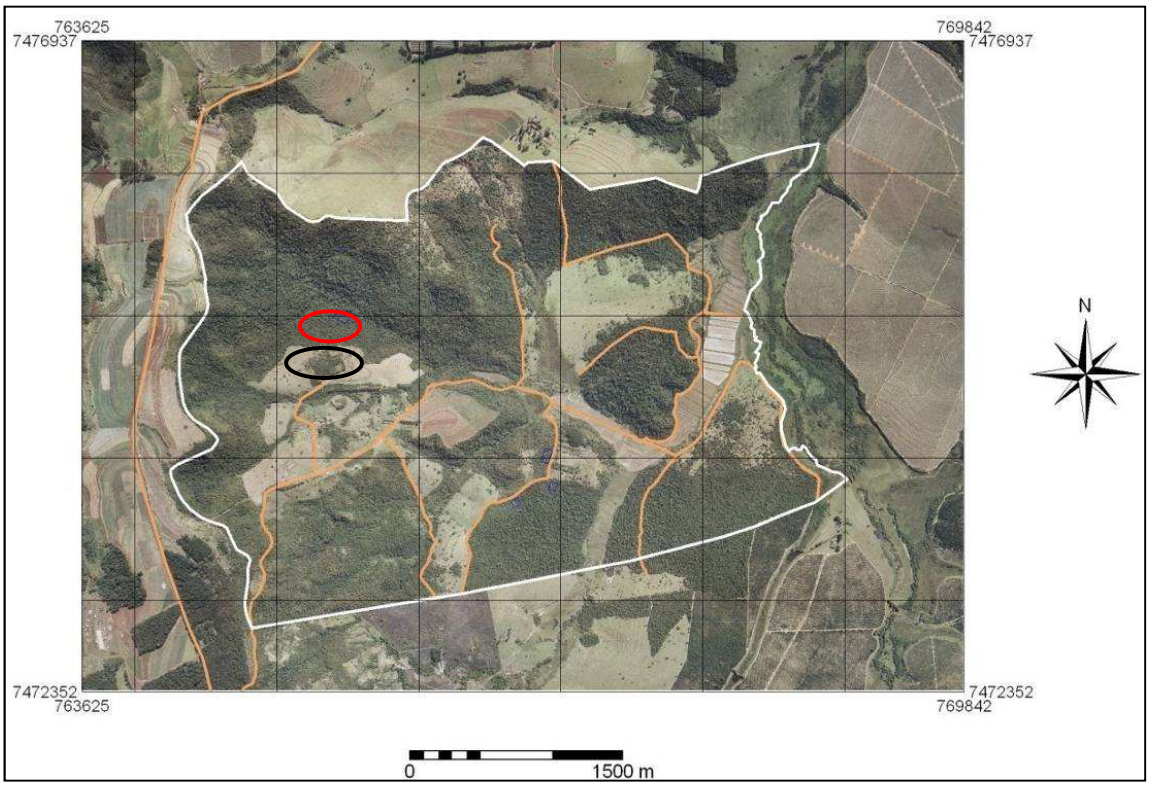

Figura 2: Fotografia aérea do ano 2005 com escala 1:32.000 ilustrando a Fazenda Experimental Edgardia, delimitada pela linha de cor branca. A linha de cor laranja indica as estradas e carreadores. O círculo de cor vermelha indica a área amostrada no fragmento conhecido como Mata do Bexiguento. O círculo de cor preta indica a área restaurada. (modificado de CASSOLA, 2008 cedida por JORGE, 2008)

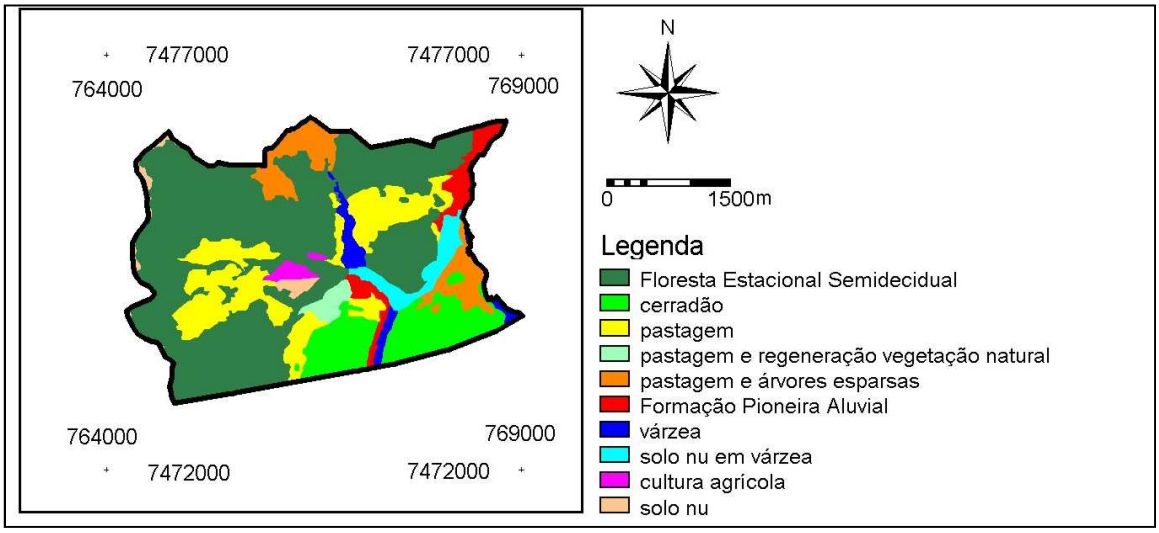

Figura 3: Distribuição espacial da vegetação natural e dos diferentes usos do solo na Fazenda Edgardia em Botucatu – SP (JORGE; SARTORI, 2002)

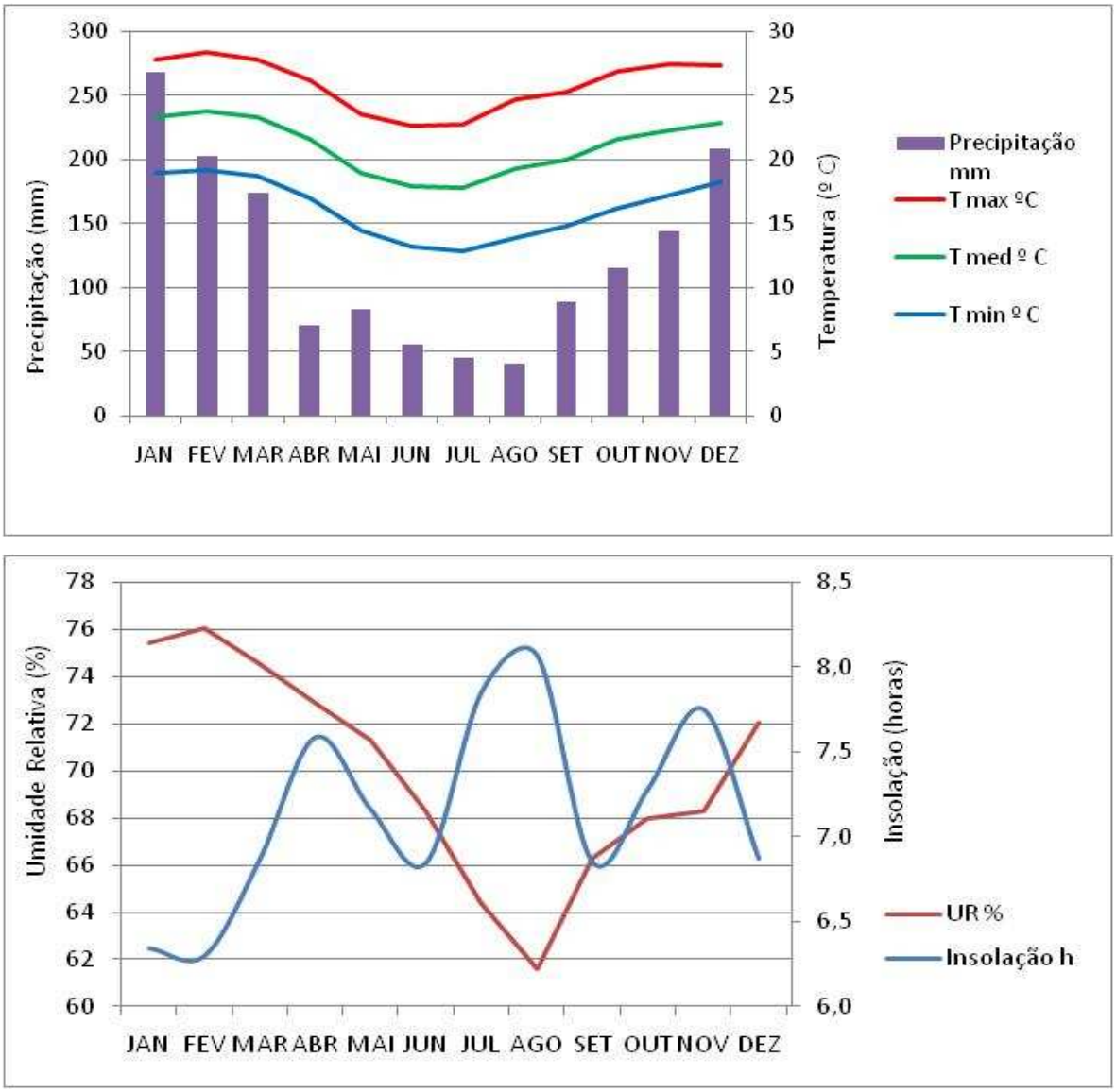

Figura 4: Normais climatológicas de precipitação (mm), temperatura mínima, média e máxima (ºC), insolação (horas) e umidade relativa (UR%) no período de janeiro de 1971 a janeiro de 2010, construídos a partir de dados coletados na Estação Agrometeorológica do Departamento de Ciências Ambientais da UNESP campus de Botucatu/Lageado.

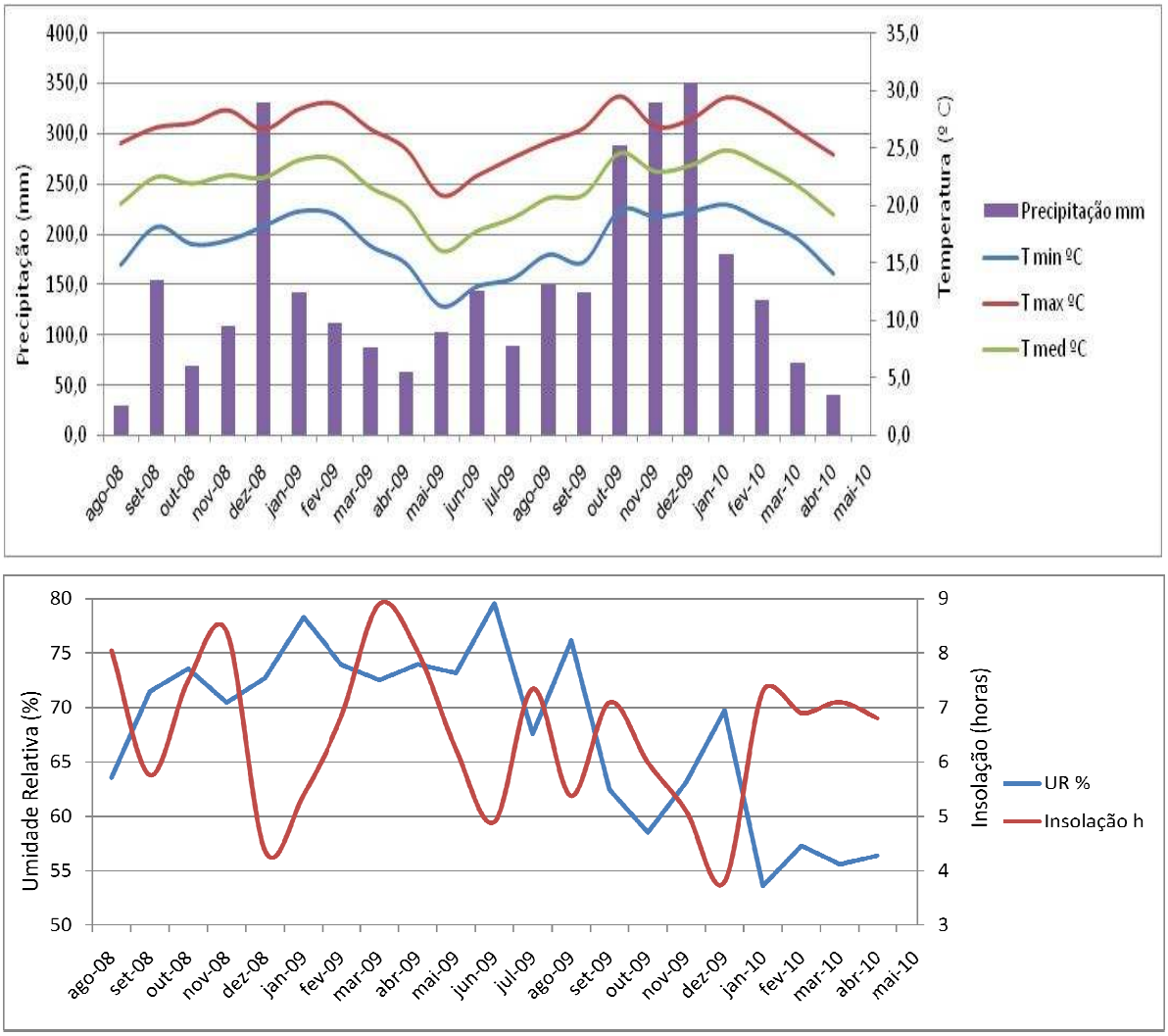

Figura 5: Dados climáticos de precipitação (mm), temperatura mínima, média e máxima (ºC), insolação (horas) e umidade relativa (UR%) do período de setembro de 2008 a maio de 2010 construídos a partir de dados coletados na Estação Agrometeorológica do Departamento de Ciências Ambientais da UNESP campus de Botucatu/Lageado.

3.2 Delineamento experimental

O estudo foi realizado em uma área de restauração florestal com diferentes modelos de plantio, e em um fragmento de floresta nativa vizinho utilizado como referência. O experimento foi instalado em blocos ao acaso com cinco tratamentos e três repetições, com parcelas de 50 x 50m. Os plantios foram instalados entre 1997 e 1998. A área

restaurada está a 574 m de altitude e situa-se em uma mancha de solo Argissolo Vermelho-Amarelo (AVA), álico, textura areia franca, relevo suave ondulado a ondulado, de fertilidade baixa. O uso anterior do solo era para pomar de *Citrus* abandonado na década de 90, situado próximo (cerca de 100 m) do fragmento acima mencionado. Parte da área era também pastagem. Os tratamentos utilizados foram os seguintes:

T1. Controle - Apenas proteção contra o fogo e isolamento da área com cerca. Atualmente este tratamento apresenta-se com alta densidade de gramíneas invasoras e indivíduos da espécie *Psidium guajava* que se regeneraram pela dispersão pelas fezes do gado.

T2. Semeadura Direta – Foi feita semeadura manual direta no campo em linhas, em solo previamente tratado com herbicida pós-emergente e escarificado com subsolador. Foram utilizadas cinco espécies heliófilas de rápido crescimento (Anexo 1). As sementes passaram pelo procedimento de quebra de dormência indicado para cada espécie. A semeadura foi feita à plena luz, em espaçamento 1,0 x 1,0 m e a 5 cm da superfície, com solo em capacidade de campo. Foram usadas de 2-4 sementes por cova, esperando-se uma densidade aproximada de 4000 plantas/ha, considerando-se todas as perdas. Atualmente, das espécies que foram semeadas, apenas duas dominam o dossel deste tratamento, que atinge cerca de 10 m de altura: *Schilozobium parahyba* e *Enterolobium contorstisiliquum*.

T3. Sistema Agroflorestal do tipo "Taungya" modificado (SAF) – Envolveu o plantio de árvores em linhas triplas intercaladas com faixas de 5 m, onde foram feitas culturas anuais nos primeiros anos até o fechamento do dossel. O espaçamento entre as plantas nas linhas triplas é de 1,5 m, e entre linhas de 2 m. Nestas, as duas linhas externas (1ª e 3ª linhas) são formadas por 10 espécies leguminosas de uso múltiplo e/ou espécies de rápido crescimento para lenha (grupo B, Anexo 1). Na linha central foram plantadas 20 espécies de valor comercial para madeira ou frutíferas/alimentares, de crescimento mais lento (grupo C, Anexo 1). As culturas anuais foram definidas com base na sua adaptabilidade aos diferentes tipos de solo e a época de plantio, e receberam preparo de solo e adubação convencionais. No sítio já foram utilizadas as seguintes culturas anuais: feijão com dois ciclos, milho e batata doce ambos com um ciclo. Atualmente, após o fechamento do dossel ao longo das antigas faixas de cultivo, e pela impossibilidade de manejo para culturas anuais, optou-se por implantar, um consórcio com plantas medicinais nativas (Anexo 2) nas faixas destinadas às culturas agrícolas.

T4. Consorciação de espécies nativas de rápido crescimento com espécies comerciais para madeira (Consórcio de espécies comerciais) - Foram plantadas 10 espécies de rápido crescimento para lenha (grupo B), em linhas alternadas, com 15 espécies de crescimento mais lento e ciclo de vida mais longo (grupo C) para madeira (Anexo 1). O esquema de plantio foi semelhante ao do T3, mas sem as faixas de cultura agrícola. Com o acompanhamento do crescimento das árvores será estabelecido um plano de manejo para a área.

T5. Plantio misto com espécies nativas de diferentes grupos ecológicos (alta diversidade) - Neste tratamento procurou-se consorciar espécies de diferentes grupos ecológico-silviculturais (grupos A, B, C), incluindo-se neste caso as espécies características de sub-bosque e que são tolerantes à sombra (grupo D, Anexo 1). As operações silviculturais foram as mesmas dos outros tratamentos. Os grupos A e B foram representados por poucas espécies em maior densidade, enquanto os grupos C e D, por muitas espécies em menor densidade. No total foram utilizadas 40 diferentes espécies por módulo. As árvores plantadas não serão manejadas para madeira ou lenha, e o objetivo deste tratamento é apenas conservacionista.

O fragmento de floresta estacional semidecidual, T6, estudado como referência tem cerca de 303 ha. Situa-se na encosta da cuesta basáltica de Botucatu, a 574 m de altitude, sobre Argissolo Vermelho-Amarelo (AVA), álico, areno-franco, com relevo suave ondulado a ondulado (Figura 1) (CARVALHO et al. 1991). Dentre os fragmentos da Fazenda Experimental Edgardia, é o que apresenta o melhor estado de conservação, embora tenha passado por exploração seletiva de madeira entre 1974 e 1980. Teve como espécies arbóreas de valor madeireiro exploradas: peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg.), cabreúva (*Myroxylon peruiferum* L. f.), jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), caviúna (*Machaerium scleroxylon* Tul.), jequitibá (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze), guatambu (*Aspidosperma ramiflorum* Müll. Arg.), guaritá (*Astronium graveolens* Jacq.), canela (*Ocotea odorífera* (Vellozo) Rohwer) e alecrim-de-campinas (*Holocalyx balansae* Micheli) (CASSOLA, 2008).

Este fragmento está em estádio sucessional mais avançado, considerando a sua diversidade de espécies e estrutura (H'=3,66). O dossel é bem estratificado, com altura em torno de 25 m. Em estudo realizado no fragmento, Cassola (2008), em uma amostragem de 0,5 ha encontrou 2.405 indivíduos com altura de caule igual

ou superior a 1,30 m divididos em 112 espécies e 42 famílias. Dentre estas espécies, as de maior valor de importância foram: *Gallesia integrifólia* (Spreng.) Harms, *Astronium graveolens, Aspidosperma polyneuron, A. ramiflorum, Metrodorea nigra* A. St.-Hil., *Croton floribundus* Spreng., *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl, *Urera baccifera* (L.) Gaudich, *Trichilia catiguá* A.Juss., *Ocotea odorifera*. Foram estabelecidas parcelas permanentes, de forma estratificada em 4 blocos de 50 x 50 m, cada um subdividido em parcelas contíguas. Essas parcelas destinam-se também a estudos fitossociológicos e de dinâmica florestal. Para a realização deste projeto, foram utilizados 3 blocos, cada um com 50 x 50 m.

Para este estudo, as parcelas do fragmento constituíram o Tratamento 6 (T6).

3.3 Amostragem e coleta dos dados

No fragmento florestal os indivíduos foram selecionados no campo através de um caminhamento sistemático dentro das parcelas, sendo estes marcados no decorrer do percurso à medida que apareciam (método baseado no trabalho realizado por Fournier e Chapantier, citado por FONSECA, 1998). Os indivíduos selecionados, de 5 a 10 por espécie, tiveram como critério já estarem em idade reprodutiva (com base em estudos prévios), e incluíram espécies do dossel e também do sub-bosque. Foram selecionadas inicialmente as 40 espécies com maior valor de importância que ocorreram na amostragem fitossociológica de Cassola (2008). Foram também selecionadas sete espécies adicionais de interesse para o trabalho. Para a observação das espécies do dossel foi utilizado um binóculo.

Na área restaurada, foram selecionados todos os indivíduos que já estavam se reproduzindo, tanto das espécies que foram plantadas quanto das que se regeneraram na área. Como neste caso nem todas as espécies plantadas já se encontravam em idade reprodutiva, indivíduos não reprodutivos também foram selecionados para observação da fenologia de mudança foliar, para se atingir uma amostragem equivalente à do fragmento quanto a número de indivíduos amostrados, sempre se respeitando o limite de 10 indivíduos por espécie e por tratamento (Tabela 1).

Em ambas as áreas a observação das fenofases ocorreu de modo semelhante e sempre na mesma época. O período de observação das fenofases foi entre março de 2009 a maio de 2010.Os indivíduos foram observados quinzenalmente quanto às fenofases: floração (botão e antese), frutificação (inicio da frutificação, frutos maduros ou dispersando), brotação e queda de folhas.

As fenofases foram quantificadas em cada indivíduo com base em uma escala de 0 a 4 (0=ausência; 1= até 25% da copa; 2=de 25 a 50%; 3=de 50 a 75%; 4=acima de 75%). Para queda de folhas incluiu-se também a classe 5, correspondente a árvore totalmente desfolhada.

Tabela 1: Famílias, espécies vegetais e número de indivíduos selecionadas no fragmento florestal e na área restaurada em seus respectivos tratamentos na Fazenda Experimental Edgardia no município de Botucatu – SP. T1: tratamento controle; T2: semeadura direta; T3: sistema agroflorestal; T4: consórcio de espécies; T5: alta diversidade; T6: fragmento florestal.

Família	**Nome científico**	**Nome popular**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**	**Total**
Anacardiaceae	*Astronium graveolens* Jacq.	guaritá						10	10
	Schinus terebinthifolius Raddi	aroeira-pimenteira					10		10
Apocynaceae	*Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg.	peroba-rosa						11	11
	Aspidosperma ramiflorum Müll.Arg.	guatambu						10	10
	Tabernaemontana hystrix Steud.	leiteiro		3	3		5		11
Arecaceae	*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman	jerivá						8	8
Asteraceae	*Baccharis dracunculifolia* DC.	alecrim-do-campo	10						10
Bignoniaceae	*Tecoma stans* (L.) Juss. Ex Kunth	ipê-de-jardim		9			1		10
	Zeyheria tuberculosa (Vell.) Bureau ex Verl.	ipê-felpudo			9	1			10
Bixaceae	*Bixa orellana* L.	urucum			4				4
Boraginaceae	*Cordia abssynica* R.Br.	babosa-branca					5		5
Cannabaceae	*Celtis ehrenbergiana* (Klotzsch) Liebm.	celtis-arbóreo						9	9
	Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg.	grão-de-galo	2	7	2	1			12
	Trema micrantha (L.) Blume	pau-pólvora	2		1		2		5
Caricaceae	*Jacaratia spinosa* (Aubl.) A.DC.	jaracatiá						1	1
Combretaceae	*Terminalia argentea* Mart.	capitão-do-mato		5		1	8		14
Elaeocarpaceae	*Sloanea monosperma* Vell.	sapopema						6	6
Euphorbiaceae	*Actinostemon concepciones* (Chodat. & Hassl.) Hochr.	cafezinho						10	10
	Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.	unhinha						10	10
	Alchornea glandulosa Poepp.	tapiá	1	2				9	12
	Croton floribundus Spreng.	capixingui		1			8	10	19
Fabaceae-Caesalpiniaceae	*Copaifera langsdorffii* Desf.	copaiba			6	2	4		12
	Hymenaea courbaril L.	jatobá			7	1	1	2	11

Família	Nome científico	Nome popular	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Total
	Myrocarpus frondosus Allemão	cabreúva						1	1
	Peltophorum dubium (Spreng.) Taub.	canafístula	1		5	3	1		10
	Schizolobium parahyba (Vell.) S.F. Blake	ficheira		10				3	13
Fabaceae-Faboideae	*Centrolobium tomentosum* Guillem. Ex Benth.	araribá				3	5		8
	Dipterix alata Vogel	cumaru					10		10
	Machaerium nyctitans (Vell.) Benth.	bico-de-pato					10		10
	Machaerium villosum Vogel	jacarandá-do-campo			1	2			3
	Machaerium stipitatum (DC.) Vogel	sapuvinha					1		1
	Ormosia arborea (Vell.) Harms	olho-de-cabra					9		9
	Poecilanthe parviflora Benth.	coração-de-negro					6		6
	Pterogyne nitens Tul.	amendoim-bravo			9	1			10
Fabaceae-Mimosoideae	*Acacia polyphylla* DC.	monjoleiro						9	9
	Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	farinha-seca						6	6
	Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	angico			4	7	1		12
	Anadenanthera colubrina var.	angico-espinho			3	3	3		9
	Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong	tamboril			3	5	3	1	11
	Inga marginata Willd.	ingá-feijão			11				11
	Inga striata Benth.	ingá-felpudo						4	4
	Inga vera Willd.	inga-piloso			1	6			7
	Mimosa caesalpiniifolia Benth.	sansão-do-campo			9	2			11
	Piptadenia gonoacantha (Mart.) J.F.Macbr.	pau-jacaré			3	1			4
Lamiaceae	*Aegiphila sellowiana* Cham.	tamanqueira			5		2		7
Lauraceae	*Endlicheria paniculata* (Spreng.) J.F.Macbr.	canela-amarela						5	5
	Nectandra lanceolata Nees	canela-felpuda						5	5
	Nectandra megapotamica (Spreng.) Mez	canelinha					2		2
	Ocotea indecora (Schott) Mez	canela-cheirosa						5	5
	Ocotea odorifera (Vellozo) Rohwer	canela-sassafrás						9	9

Família	Nome científico	Nome popular	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Total
Lecythidaceae	*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze	jequitibá		1				1	2
Malvaceae	*Ceiba speciosa* (A.St.-Hil.) Ravenna	paineira						6	6
	Guazuma ulmifolia Lam.	mutamba			1		2		3
	Luehea divaricata Mart. & Zucc.	açoita-cavalo					9		9
Meliaceae	*Cedrela fissilis* Vell.	cedro	2		5	2	1	2	12
	Trichilia casaretti C.DC.	pé-de-galinha						8	8
	Trichilia catigua A.Juss.	catigua						11	11
	Trichilia claussenii C.DC.	catigua-vermelho						10	10
	Trichilia elegans A. Juss.	pau-ervilha						10	10
	Trichilia lepidota Mart.	triquilia						1	1
	Trichilia pallida Sw.	baga-de-morcego						7	7
Moraceae	*Maclura tinctoria* (L.) D.Don ex Steud.	taiúva						5	5
	Sorocea bonplandii (Baill.) W.C.Burger et al.	falsa-espinheira-santa						10	10
Myrtaceae	*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg	gabiroba						7	7
	Eucalyptus sp.	eucalipto			4	3	1		8
	Eugenia blastantha (O.Berg) D.Legrand	batinga-vermelha						12	12
	Eugenia hiemalis Cambess.	batinga						5	5
	Eugenia pyriformis Cambess.	uvaia					5		5
	Eugenia uniflora L.	pitanga					10		10
	Myrciaria cauliflora (Mart.) O.Berg	jabuticaba						2	2
	Myrciaria floribunda (H. West ex Willd.) O. Berg	mirtacinha						6	6
	Myrtaceae sp. 1	batinga-graúda						9	9
	Psidium guajava L.	goiaba	5		4		2		11
Nyctaginaceae	*Guapira opposita* (Vell.) Reitz	maria-mole						3	3
Opiliaceae	*Agonandra engleri* Hoehne	agonandra						5	5

Família	Nome científico	Nome popular	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Total
Phytolaccaceae	*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms	pau-d'alho						10	10
Piperaceae	*Piper amalago* L.	piper-liso						11	11
Rhamnaceae	*Rhamnidium elaeocarpum* Reissek	saguaragi						4	4
Rutaceae	*Esenbeckia leiocarpa* Engl.	guarantã			1				1
	Metrodorea nigra A.St.-Hil.	carrapateira						9	9
Salicaceae	*Casearia sylvestris* Sw.	lagarteiro	2	2			1	5	10
Sapotaceae	*Chrysophyllum gonocarpum* (Mart.& Eichler ex Miq.) Engl.	guatambu-de-leite			3		2	10	15
Urticaceae	*Cecropia pachystachya* Trécul	embaúba					10		10
	Urera baccifera (L.) Gaudich.	urtigão						11	11
Verbenaceae	*Citharexylum myrianthum* Cham.	pau-viola					10		10
Violaceae	*Hybanthus atropurpureus* (A.St.-Hil.) Taub.	hibantus						10	10
		Total Geral	**25**	**40**	**104**	**44**	**150**	**333**	**696**

3.4 Forma de análise dos resultados

Para a análise dos dados, foi calculada a proporção de indivíduos de cada espécie que apresentava cada uma das notas atribuídas às fenofases, em cada quinzena de estudo (modificado de BULLOCK; SOLLIS-MAGALLANES, 1990). Foi computado um valor quinzenal para cada espécie e cada fenofase, conforme expressão abaixo. Este valor representa a intensidade média da fenofase de cada período para a espécie:

$$IF_{(i)} = \Sigma\, p_{i\,(n)} \times n$$

Onde: $IF_{(i)}$ = intensidade da fenofase na quinzena (i)

$p_{i\,(n)}$= proporção de indivíduos com nota n na quinzena (i)

n = 0, 1, 2, 3 e 4; (0 a 5 para queda de folhas)

Para análise fenológica da comunidade no fragmento florestal, foram computadas as intensidades médias por quinzena entre todas as espécies estudadas.

Na área restaurada a análise foi realizada para cada tratamento (considerando as três repetições), para as espécies individualmente,e também para a comunidade em restauração como um todo (sem considerar os tratamentos).

Para indicar a porcentagem de indivíduos que estavam manifestando determinada fenofase foi calculado o índice de atividade (IA), ou porcentagem de indivíduos, baseado somente na presença ou ausência da fenofase no indivíduo, não estimando a sua intensidade ou quantidade (BENCKE; MORELLATO, 2002). Foram construídos gráficos indicando a proporção total de indivíduos e de espécies que apresenta cada fenofase ao longo do ano, para cada um dos tratamentos.

Foi computado também o índice de sazonalidade para cada fenofase em cada tratamento, de acordo com Longman e Jenik (1987), obtido a partir da proporção de indivíduos que apresentavam determinada fenofase nos 6 meses de maiores intensidades da fenofase dividido pela proporção de indivíduos com a mesma fenofase nos 6 meses de menores intensidades. No caso da fenofase floração no fragmento florestal considerou-se os trimestres de máxima amplitude em relação aos trimestres precedentes, uma vez que esta fenofase apresentou um padrão bimodal.

Dentre as 8 espécies em comum existentes na área em processo de restauração e no fragmento florestal 3 foram selecionadas por já estarem em idade reprodutiva e tiveram suas intensidades de fenofases comparadas através de gráficos.

As espécies amostradas foram classificadas em relação à sua síndrome de polinização: anemofilia, cantarofilia, falenofilia, melitofilia, miiofilia, ornitofilia, psicofilia, quiropterofilia e não especializadas (quando observada mais de uma síndrome na espécie); de acordo com Faegri e Van Der Pijl (1979), síndrome de dispersão de diásporos (categorias: anemocoria, autocoria/barocoria, zoocoria; HOWE; SMALLWOOD, 1982) e às estratégias de mudança foliar (espécies decíduas, brevidecíduas e sempreverdes, ENGEL, 2001), com base nas observações de campo, morfologia de flores e frutos e na literatura (SILVA, 2009; CANEDO, 2009; YAMAMOTO, 2007; GRESSLER, et al, 2006). Foram construídos gráficos com a distribuição destas proporções em cada tratamento ao longo do período.

4. RESULTADOS

4.1 Fenofases por tratamento

4.1.1 Floração

No T1 (controle) a intensidade da floração foi menor no período de novembro de 2009 a abril de 2010, e maio na segunda quinzena de abril e durante o mês de maio de 2009, e da segunda quinzena de agosto até a primeira quinzena de outubro (Figura 6a) O aumento na intensidade observado no mês de julho foi devido à espécie *Baccharis dracunculifolia*.

No T2 (semedura direta) houve um longo tempo sem floração, de dezembro de 2009 a abril de 2010. O período de máxima intensidade de floração ocorreu de julho a novembro de 2009, com pico em outubro de 2009. Este pico no mês de outubro foi devido à espécie *Tabernaemontana hystrix*.(Figura 6b).

No T3 (SAF) houve floração durante a maior parte do tempo de observações, estando ausente somente no final de maio e durante o mês de junho de 2009. No mês de março de 2009 foi observado o maior pico da fenofase (Figura 6c). O valor observado

no início de março de 2009 foi provocado pelas espécies *Inga marginata* e *Mimosa caesalpiniifolia*.

A observação do T4 (consórcio de espécies comerciais) mostrou a ausência de floração no final de maio e durante o mês de junho, final de julho e começo de agosto, final de novembro e final de dezembro no ano de 2009. O período de máxima intensidade de floração foi em fevereiro de 2010 (Figura 6d). A floração do início de julho foi promovida por um indivíduo da espécie *Mimosa caesalpiniifolia* que apresentava a fenofase. No mês de dezembro a espécie que estava com flor foi *Inga vera*.

No T5 (alta diversidade) a fenofase floração não foi observada no final de abril, final de maio e início de junho e final de dezembro. A maior floração ocorreu no final do mês de setembro de 2009 (Figura 6e).

No fragmento florestal não foi observada floração das espécies amostradas no final de junho e em julho de 2009. A maior intensidade foi verificada no início de outubro e início de novembro de 2009 (Figura 6f).

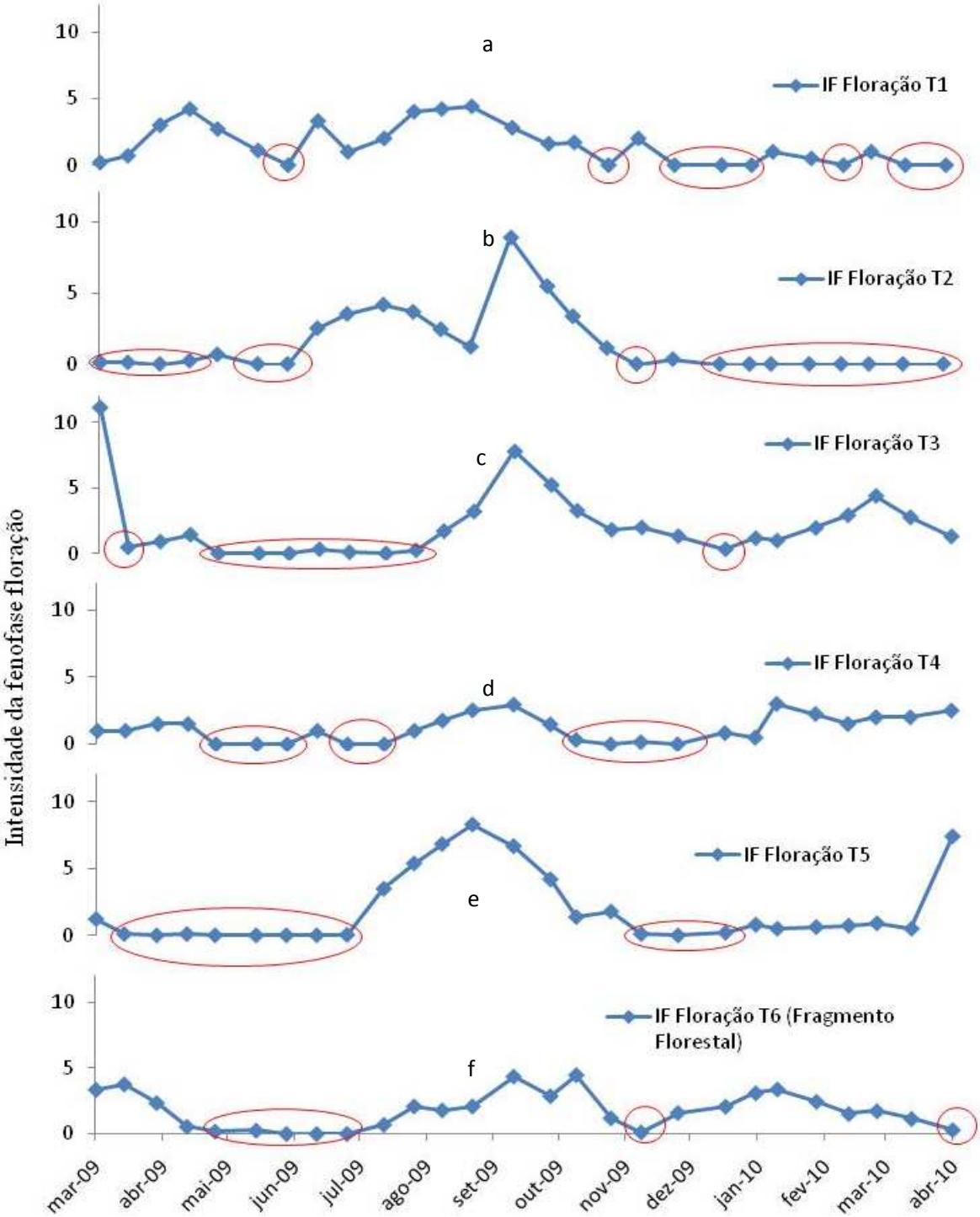

Figura 6: Intensidade da fenofase floração obtida pelo somatório das notas de cada espécie nos diferentes tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010. Polígonos em vermelho representam ausência da fenofase. T1: tratamento controle; T2: semeadura direta; T3: sistema agroflorestal; T4: consórcio de espécies; T5: alta diversidade; T6: fragmento florestal.

O índice de atividade (porcentagem de indivíduos que apresentaram flor) durante o ano no T1 (controle) foi alto, até 40%, demonstrando a existência de indivíduos ou espécies com atividade, porém não houve sincronia entre os indivíduos principalmente quando observamos o IA de indivíduos que apresenta maiores variações ao longo do ano, o que poderia ter ocorrido pela baixa riqueza e pelas espécies presentes, em sua maioria espécies pioneiras (Figura 7a). As maiores intensidades de fenofases e os maiores índice de atividade nem sempre são observados nos mesmos momentos do ano, pode acontecer de vários indivíduos apresentarem a fenofase em baixas intensidades ou poucos indivíduos estarem expressando a fenofase de forma mais intensa. Por exemplo, os índices de atividade foram superiores em outubro de 2009, mas a intensidade de fenofase neste período foi inferior a média observada no período (Figura 6a, Figura 7a e Figura 8a).

No T2 (semeadura direta) a proporção de indivíduos que apresentaram floração ao longo do ano atingiu o máximo de 25%, ficando ausente por um longo tempo durante o período chuvoso e mais quente até o início do mais frio e seco, somando 5 meses (dez, jan, fev, mar, abril de 2009). Esse aumento de indivíduos em floração pode ter sido devido à espécie *Tabernaemontana hystrix* , com grande numero de regenerantes nas parcelas, e que apresentava de forma mais intensa a fenofase neste período, assim como na segunda quinzena de maio (Figura 7b). O índice de atividade de espécies com floração foi superior a 40% (Figura 8b). A intensidade de fenofase foi próxima a 7 de um valor maximo de 36 sendo inferior a 20% do total (Figura 6b). Nas três diferentes analises (Intensidade de fenofase, Índice de atividade de indivíduos e Índice de atividade de espécies) os maiores valores foram encontrados em outubro de 2009 mostrando ser este o mês de maiores intensidades das fenofases e também mais ativo entre as espécies observadas.

O T3 (SAF) apresentou índice de atividade baixo para floração ao longo de todo o ano, e não foram observados indivíduos florescendo durante quase dois meses, em parte de maio e agosto e durante o mês de junho (Figura 7c e Figura 8c). A intensidade de fenofase chegou a 12% do máximo, o índice de atividade de indivíduos também chegou próximo a 12% e o índice de atividade de espécies atingiu 22%.

Como em outros tratamentos o índice de atividade também revelou no T4 (consórcio) a ausência de flores dentre os indivíduos observados em diversos períodos do ano, porém ocorreu um pico de mais de 14% de indivíduos apresentando floração em setembro causado pela espécie *Anadenathera colubrina* observadas no tratamento e que estavam com intensa expressão desta fenofase (Figura 7d). Em outubro 20% das espécies observadas estava em floração sendo que neste mês a intensidade de fenofase não passou de 4% da máxima possível (Figura 8d e Figura 6d).

No T5 (alta diversidade) não foram observados indivíduos com flores, dentre os observados, em abril, maio, junho e dezembro (Figura 7e). Nas demais observações foram encontradas flores em número razoável sendo que entre julho e novembro este número foi mais expressivo. A intensidade de fenofase em agosto era de 6%, enquanto o índice de atividade de indivíduos florescendo foi de 5% e o de espécies florescendo 18% (Figura 7e, Figura 8e e Figura 6e).

O fragmento florestal (T6) apresentou um padrão de floração com dois picos ao longo do ano. A atividade fenológica dos indivíduos foi muito menor do que nos tratamentos de restauração demonstrando maior atividade e menores intensidades (Figura 6f). O maior índice de atividade de indivíduos foi de 6% em outubro, neste mesmo mês o índice de atividade de espécies foi 19% e a intensidade de fenofase estava em 2,5% da máxima (Figura 6f, Figura 7f e Figura 8f).

Quando analisamos a proporção de espécies com flores (Figura 8), observamos que para esta fenofase os tratamentos com menor riqueza de espécies (T1 e T2) apresentaram os maiores valores, com proporções intermediárias nos T3 e T4 e menores índices no T5 e T6. Este padrão se deve ao fato de que as proporções foram estabelecidas não em relação ao total de espécies amostradas, mas sim ao total de espécies de cada tratamento. O índices das Figuras 6 e 7 não representam, necessariamente uma maior disponibilidade de recursos para polinizadores e nectarívoros, uma vez que a alta atividade pode ser devida a poucas espécies com muitos indivíduos, mas com uma pequena variedade flores.

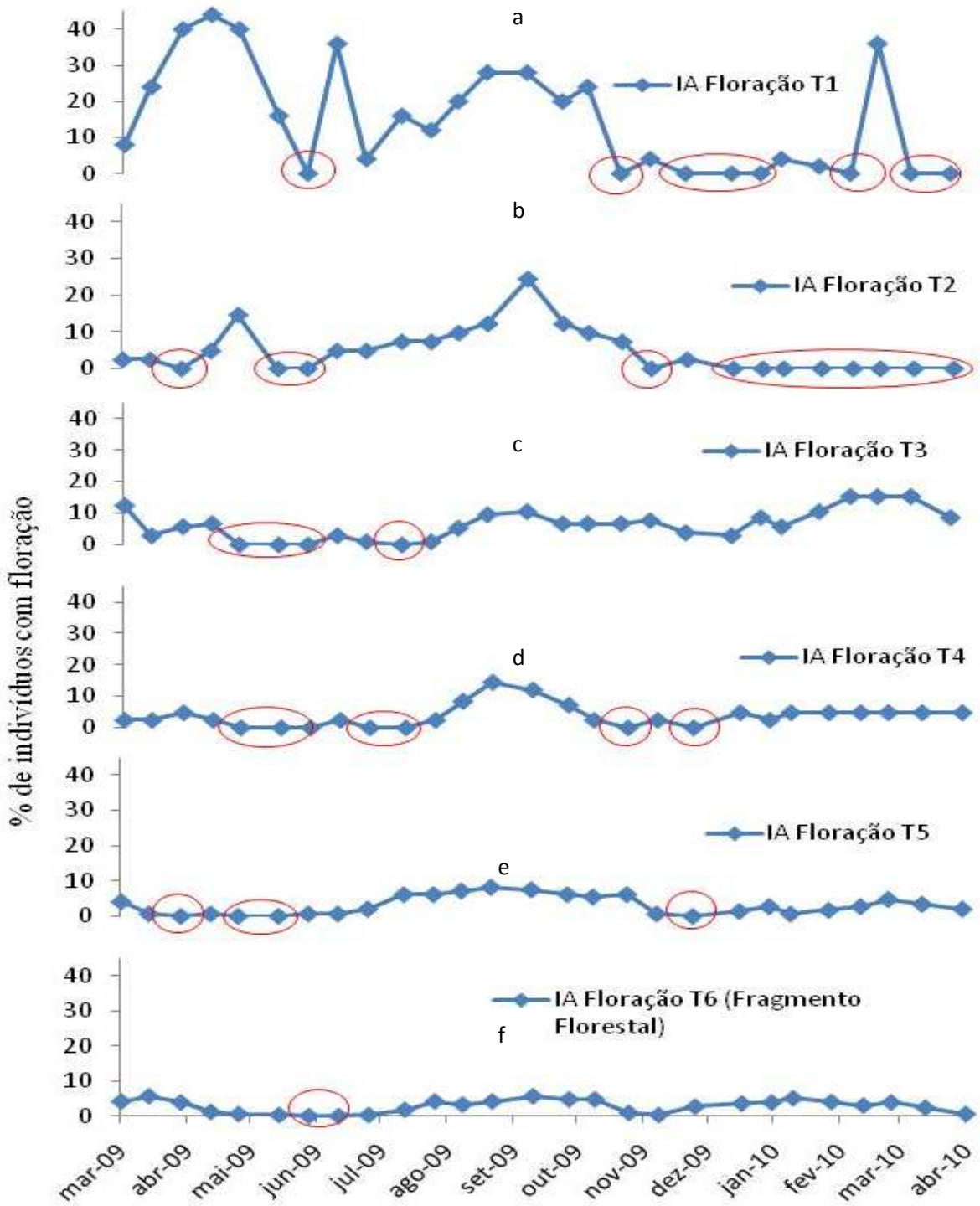

Figura 7: Índice de atividade de indivíduos expressando a fenofase floração nos tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010. Polígonos em vermelho representam ausência da fenofase. T1: tratamento controle; T2: semeadura direta; T3: sistema agroflorestal; T4: consórcio de espécies; T5: alta diversidade; T6: fragmento florestal.

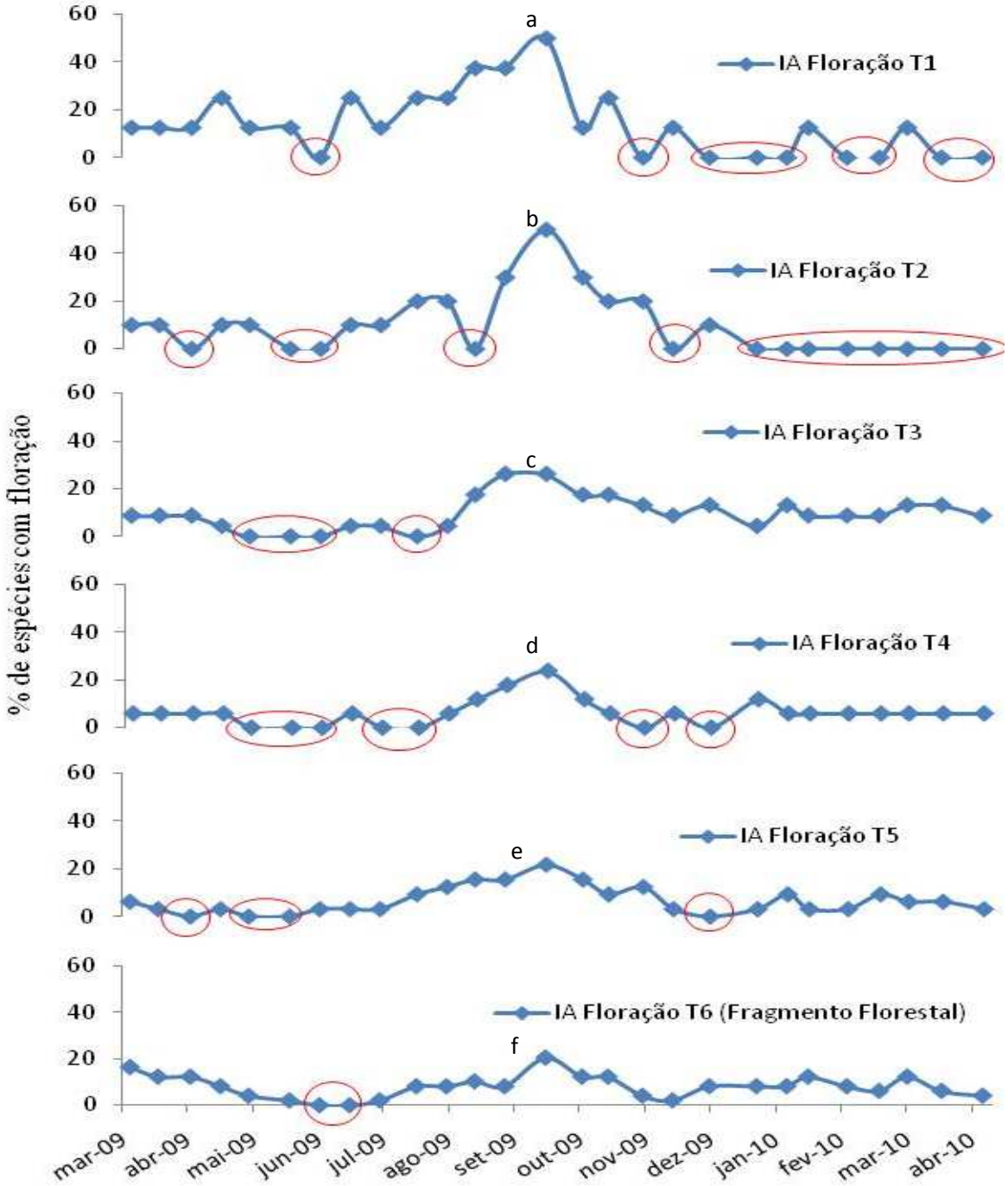

Figura 8: Índice de atividade de espécies expressando a fenofase floração nos tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010. Polígonos em vermelho representam ausência da fenofase. T1: tratamento controle; T2: semeadura direta; T3: sistema agroflorestal; T4: consórcio de espécies; T5: alta diversidade; T6: fragmento florestal.

4.1.2 Frutificação

A frutificação no T1 (controle) ocorreu durante praticamente todo o período, não sendo observada somente em 1 das 27 observações realizadas. Apesar da frutificação perdurar ao longo do ano, tendo um ligeiro aumento entre os meses de dezembro de 2009 a março de 2010, ocorreu em baixa intensidade durante a maior parte do tempo (Figura 9a).

No T2 (semeadura direta) apesar da floração estar ausente durante um longo período, a frutificação somente não foi observada em 2 momentos, na primeira quinzena de julho e segunda quinzena de agosto (Figura 9b). O período máximo de frutificação ocorreu entre a segunda quinzena de setembro de 2009 a abril de 2010, exceto pelo período compreendido entre a o final de outubro e início de novembro, em que ela foi menor.

Observando o T3 (SAF) a frutificação ocorreu em todo o período observado, tendo algumas reduções nos meses de maio, julho e outubro de 2009. O período de máxima expressão de frutificação foi em março de 2009 (Figura 9c).

No T4 (consórcio) não houve frutificação em maio e de julho a setembro, início de dezembro de 2009 e no mês de janeiro de 2010. A maior intensidade de frutificação ocorreu em março de 2009, resultado da frutificação da espécie *Anadenanthera colubrina* (Figura 9d).

Os frutos estavam presentes em todas as observações realizadas no T5 (alta diversidade), mas em menor intensidade no final de agosto de 2009 e em maior intensidade em março de 2009 (Figura 9e).

No fragmento florestal a frutificação ocorreu durante todo o ano, sendo a maior intensidade em junho de 2009 e no final de abril de 2010, e a menor no início de novembro de 2009. O aumento repentino ocorrido no final do mês de novembro foi devido às espécies que frutificaram nesta época: *Aspidosperma polyneuron, Aspidosperma ramiflorum, Syagrus romanzoffiana, Croton floribundus, Schizolobium parahyba, Ocotea odorífera* e *Chrysophyllum gonocarpum* (Figura 9f).

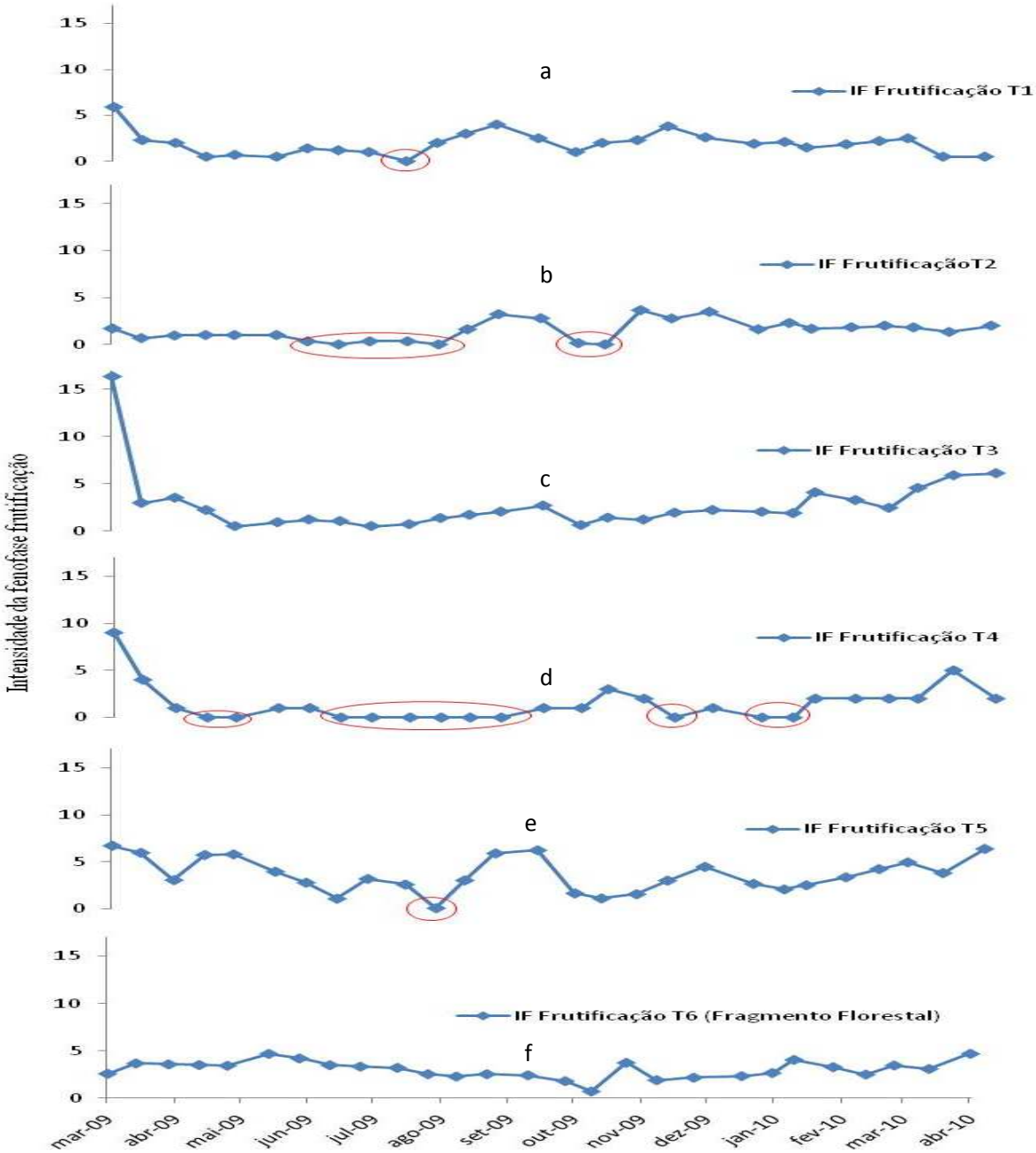

Figura 9: Intensidade da fenofase frutificação obtida pelo somatório das notas de cada espécie nos diferentes tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010. Polígonos em vermelho representam ausência da fenofase. T1: tratamento controle; T2: semeadura direta; T3: sistema agroflorestal; T4: consórcio de espécies; T5: alta diversidade; T6: fragmento florestal.

Considerando o índice de atividade no T1 (controle) pode-se afirmar que a frutificação perdurou ao longo do ano exceto por um momento no mês de agosto onde o mesmo não foi encontrado. Neste tratamento foi encontrado até cerca de 50% dos indivíduos com fruto em março de 2010, porém o maior índice atividade de espécies foi observado em março de 2009 em que mais de 60% estavam com frutos (Figura 10a e Figura 11a). A intensidade de fenofase máxima, 15%, ocorreu também em março de 2009 (Figura 9a).

No T2 (semeadura direta) os indivíduos estavam frutificando durante grande parte do ano, com exceção dos meses de julho, agosto e novembro. Em março de 2009 30% dos indivíduos e 40% das espécies estavam com frutos (Figura 10b e Figura 11b). A maior intensidade de fenofase foi observada em novembro de 2009 atingindo 11% da máxima intensidade (Figura 9b).

No T3 (SAF) a frutificação ocorreu durante todo o período observado, variando de 2% a 19% dos indivíduos (Figura 10c). O índice de atividade de espécies mais alto também ocorreu em março de 2009 quando 40% das espécies estavam com frutos e a intensidade de fenofase era de 17% (Figura 11c e Figura 9c).

A porcentagem de indivíduos que apresentavam frutos no T4 (consórcio) foi pequena por um longo período, durante os meses de maio, julho, agosto, setembro e janeiro e durante um período de dezembro. Ainda assim, em março de 2009 mais de 20% dos indivíduos e 22% das espécies estavam com frutos (Figura 10d e Figura 11d). Esse valor ocorreu devido à frutificação da espécie *Anadenanthera colubrina*. A maior intensidade também ocorreu em março de 2009 com 13% do máximo (Figura 9d).

No T5 (alta diversidade) a porcentagem de indivíduos com frutos variou de pouco mais de 20% em março de 2009 a pouco mais de 1% (Figura 10e). Também em março de 2009 o índice de atividade de espécies passou de 30% (Figura 11e). A frutificação ocorreu durante todo o período, variando entre 5% e 15% dos indivíduos, com período de mínima atividade em agosto e de máxima em março de 2009. A intensidade de fenofase foi máxima também em março de 2009 com 5% da máxima.

O índice de atividade de frutificação no fragmento florestal, apesar de aparentemente baixo foi constante ao longo do ano, oscilando entre 1,5% e 7% dos indivíduos em atividade em novembro de 2009 (Figura 10f). O maior percentual de espécies em atividade foi observado em fevereiro de 2010 com 20% das espécies em atividade (Figura 11f). A intensidade de fenofase de 2,5% da máxima foi observada em abril de 2010 (Figura 9f).

Heideman (1989) constatou que o índice de atividade em floração ou frutificação nem sempre é um bom preditor do volume de flores ou frutos produzidos, intensidade da fenofase, o que ressalta a importância de se utilizar os dois métodos.

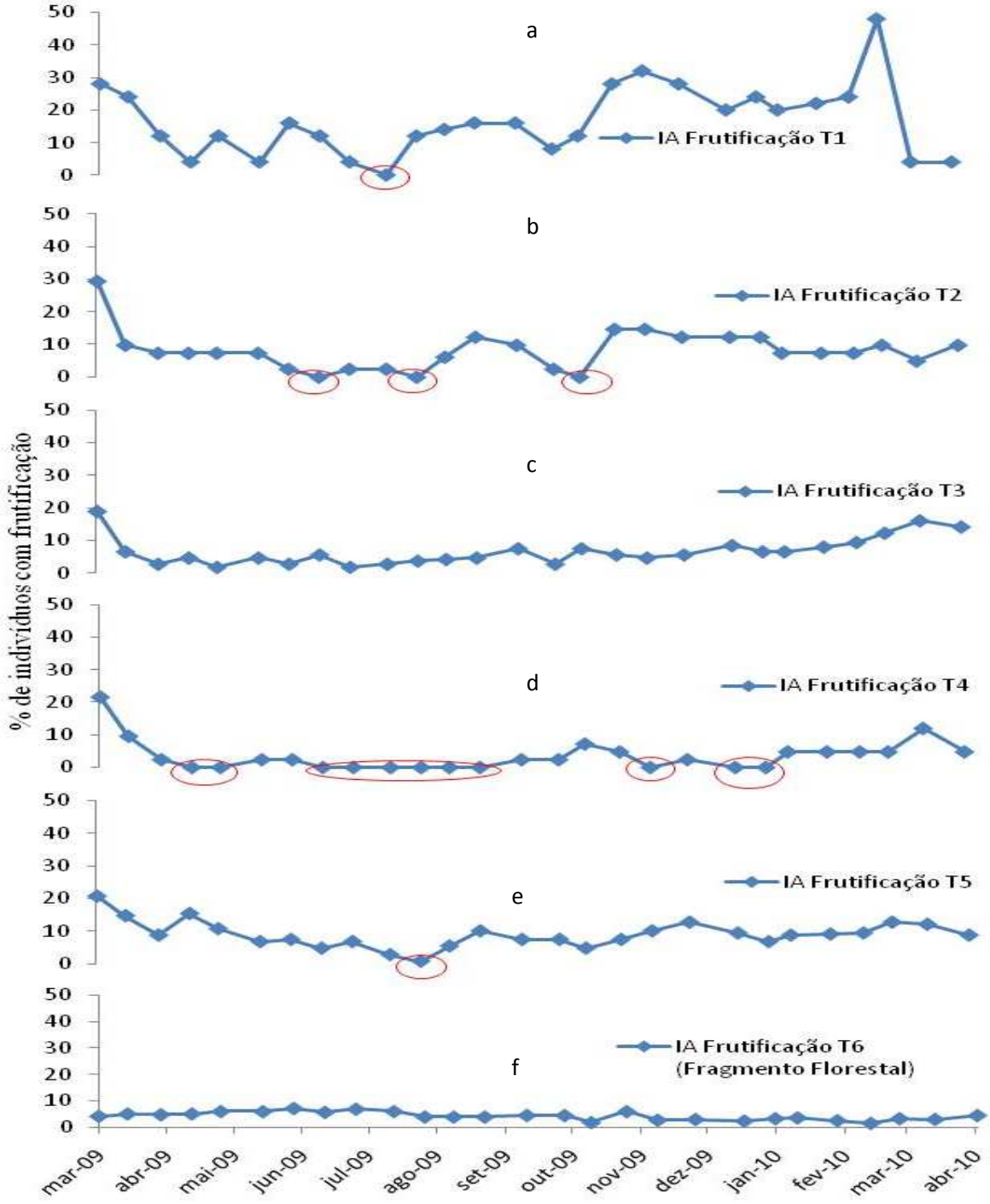

Figura 10: Índice de atividade de indivíduos expressando a fenofase frutificação nos tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010. Polígonos em vermelho representam ausência da fenofase. T1: tratamento controle; T2: semeadura direta; T3: sistema agroflorestal; T4: consórcio de espécies; T5: alta diversidade; T6: fragmento florestal.

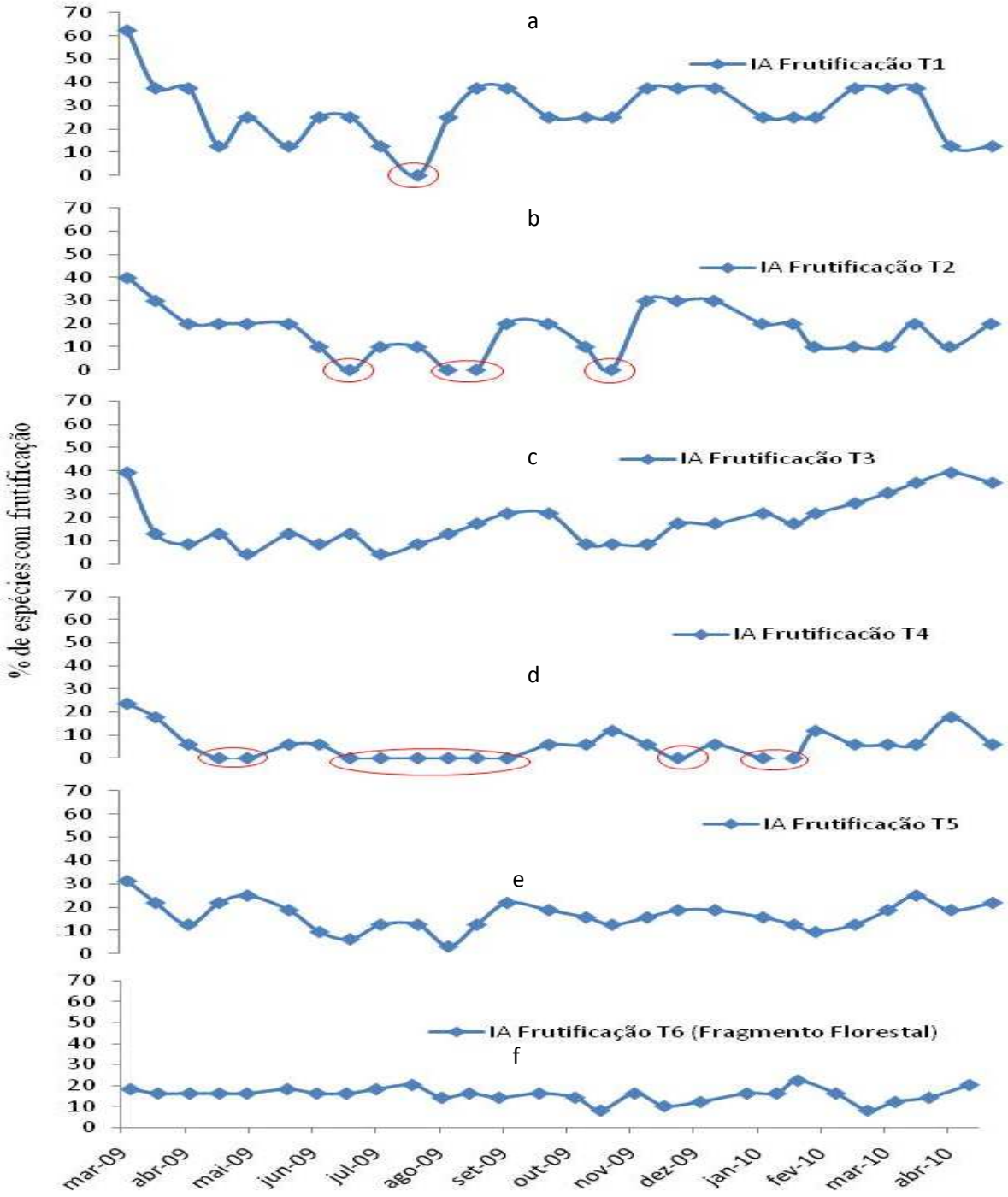

Figura 11: Índice de atividade de espécies expressando a fenofase frutificação nos tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010. Polígonos em vermelho representam ausência da fenofase. T1: tratamento controle; T2: semeadura direta; T3: sistema agroflorestal; T4: consórcio de espécies; T5: alta diversidade; T6: fragmento florestal.

4.1.3 Brotação

Semelhante à frutificação, a brotação no T1 (controle) também ocorreu durante todo o ano, em menor intensidade de abril a agosto de 2009 e em janeiro de 2010 (Figura 12a). O período de maior brotação foi entre setembro e dezembro de 2009.

As espécies presentes no T2 (semeadura direta) apresentaram brotamento durante todo o período observado. O período máximo foi de setembro a início de outubro com o pico no início de outubro e o menor índice foi verificado no mês de julho ambos em 2009 (Figura 12b).

No T3 (SAF) as espécies apresentaram constante brotação com a maior intensidade sendo observada no mês de março de 2009 e a menor intensidade em junho do mesmo ano (Figura 12c).

Foi observada a brotação no T4 (consórcio) durante todo o período, sendo a maior intensidade registrada no final do mês de setembro e início de outubro e o menor índice presente estava no mês de junho ambos em 2009 (Figura 12d).

No T5 (alta diversidade) a brotação também foi observada durante todo o trabalho. A maior intensidade foi encontrada em outubro de 2009 e a menor em junho de 2009 (Figura12e).

No fragmento florestal os indivíduos apresentaram brotação em todo o ano, variando da menor intensidade no final de julho de 2009 a maior intensidade no início de outubro de 2009 (Figura 12f). As intensidades desta fenofase ao longo do ano foram bem maiores do que nos plantios.

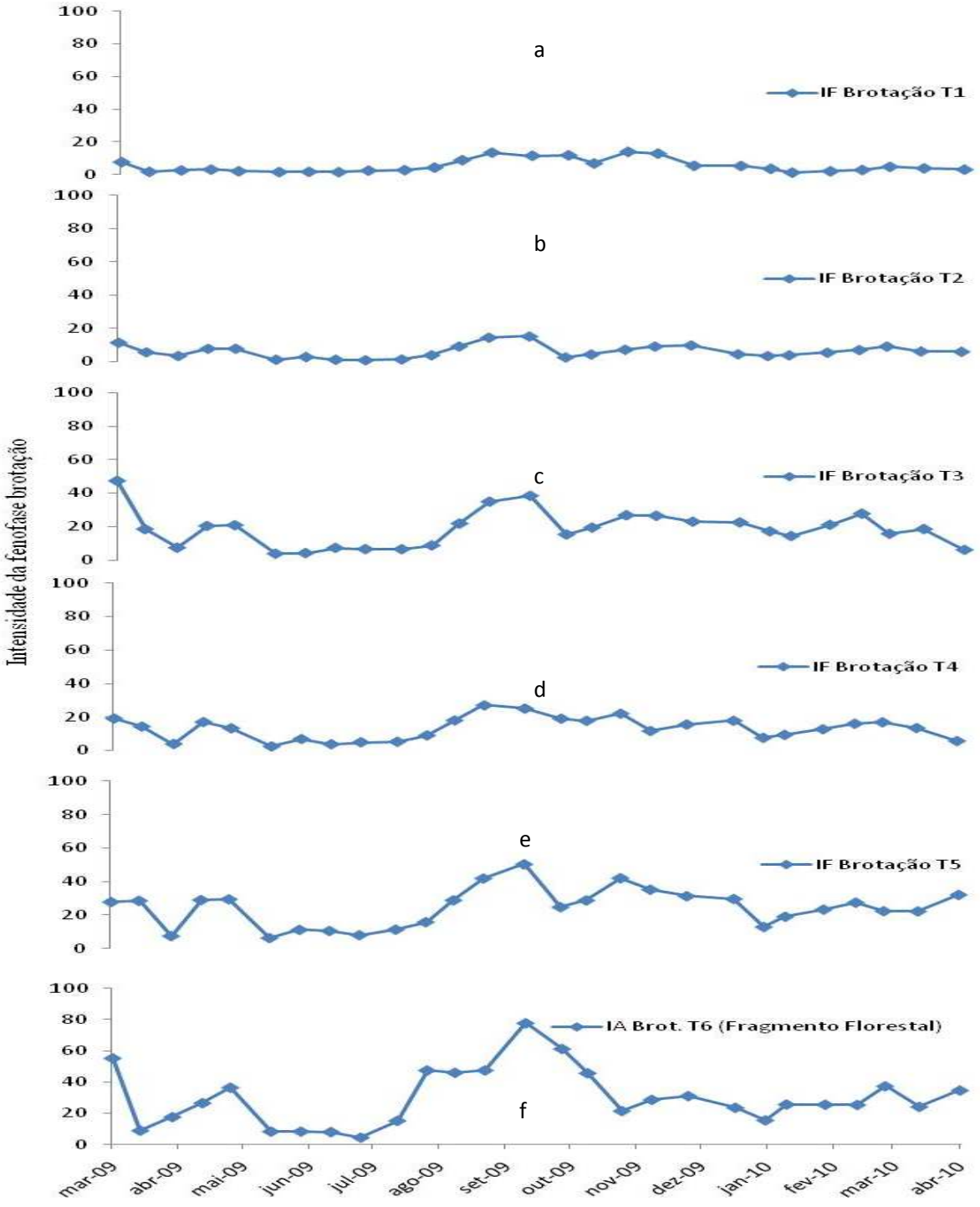

Figura 12: Intensidade da fenofase brotação obtida pelo somatório das notas de cada espécie nos diferentes tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010. T1: tratamento controle; T2: semeadura direta; T3: sistema agroflorestal; T4: consórcio de espécies; T5: alta diversidade; T6: fragmento florestal.

Observando o índice de atividade do T1 (controle) podemos verificar a existência de uma grande variação na porcentagem de indivíduos que expressam esta fenofase durante o ano. Em setembro chega a mais de 90% e junho menos de 5% (Figura 13a). Variação essa gerada pela baixa riqueza de espécies encontradas e por serem todas espécies pioneiras. A porcentagem de espécies em atividade também variou bastante entre 91% em março de 2009 e 8% em julho (Figura 14a). A maior intensidade da fenofase chegou a 12% do máximo em novembro (Figura 12a).

O índice de atividade de indivíduos no T2 (semeadura direta) no início das observações em março de 2009 era de 95% e a menor taxa era em junho em pouco mais de 10% dos indivíduos apresentando brotação (Figura 13b). Em março de 2009 100% das espécies apresentavam brotação (Figura 13b) e a intensidade de fenofase foi máxima neste mês também atingindo 36% da máxima (Figura 12b).

No T3 (SAF) a porcentagem de indivíduos com brotação diminuiu bastante no período seco entre julho e agosto de 2009 (pouco mais de 10%), sendo que em setembro e outubro esse percentual já estava próximo de 80% (Figura 13c). Em março de 2009 foi possível observar brotação em todas as espécies observadas, assim como em outubro também (Figura 14c). Semelhante ao índice de atividade a intensidade de fenofase também foi maior em março com 50% da máxima intensidade possível (Figura 12c).

No T4 (consórcio) o número de indivíduos com brotação é notadamente menor no mês de maio, que antecede o período seco e frio, e durante este período, voltando a aumentar o número de indivíduos com brotação a partir de agosto e setembro. Em março de 2009 80% dos indivíduos estão com brotação (Figura 13d). Em setembro 85% das espécies estão com brotação (Figura 14d). Também em setembro este tratamento esta com 30% da intensidade da fenofase brotação (Figura 12d).

O índice de atividade no T5 (alta diversidade) tem grande variação entre as observações quinzenais, exceto pelo período entre junho e julho que se mantém relativamente constante. Em geral a variação ocorreu entre 15% e mais de 70% dos indivíduos com brotação (Figura 13e), enquanto em março de 2009 93% das espécies deste tratamento

estavam com brotação (Figura 14e). A maior intensidade desta fenofase ocorreu em outubro com mais de 40% da intensidade máxima (Figura 12e).

No fragmento florestal (T6) a atividade de brotação na comunidade diminui no início do inverno, semelhante aos demais tratamentos, voltando a aumentar no fim deste período, permanecendo mais alta até o início do próximo inverno. Em outubro tivemos o maior percentual de indivíduos com brotação de 73%, o maior percentual de espécies com brotação de 88% e a maior intensidade da fenofase com 38% da máxima intensidade (Figura 12f, Figura 13f e Figura 14f).

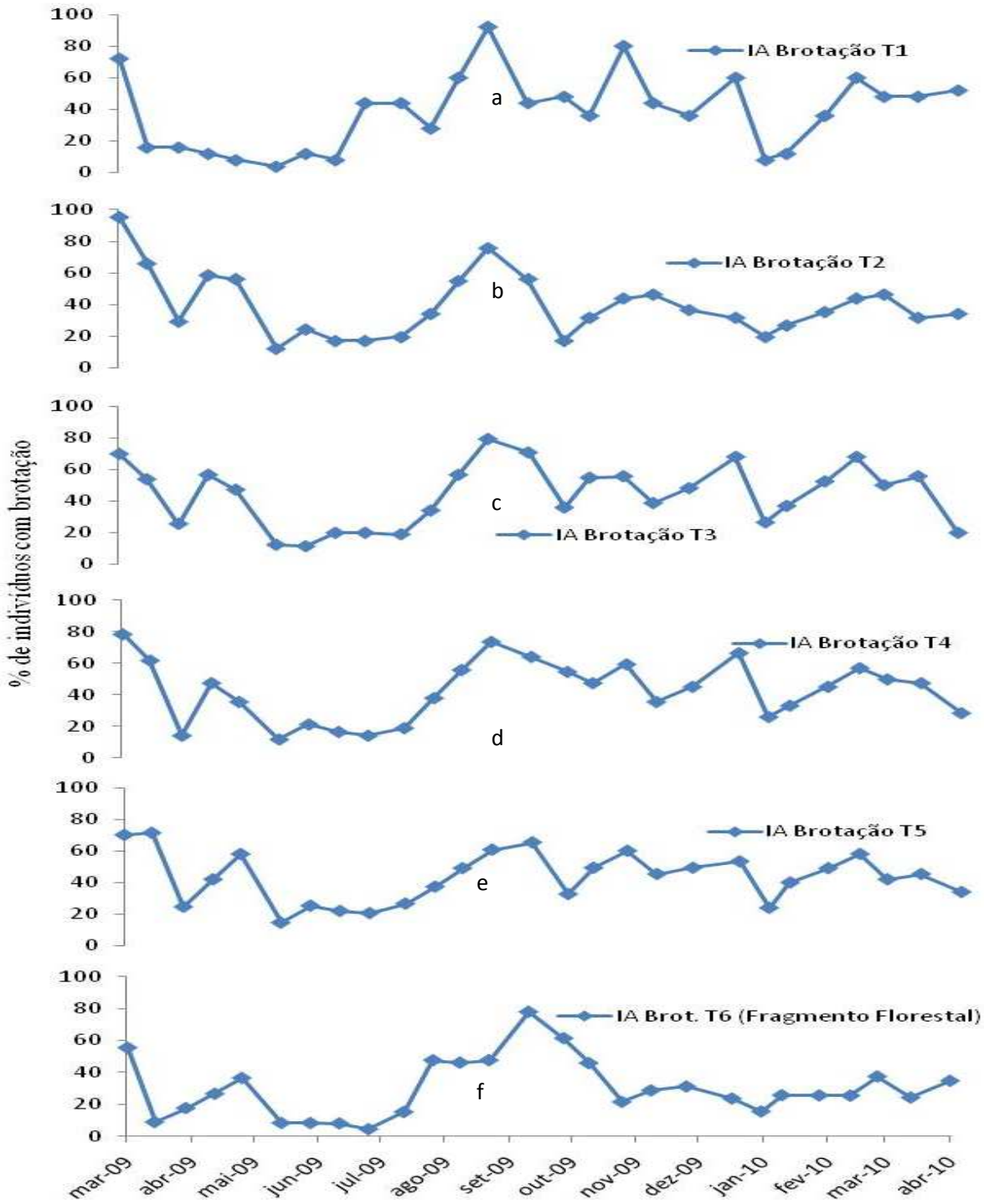

Figura 13: Índice de atividade de indivíduos expressando a fenofase brotação nos tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010. T1: tratamento controle; T2: semeadura direta; T3: sistema agroflorestal; T4: consórcio de espécies; T5: alta diversidade; T6: fragmento florestal.

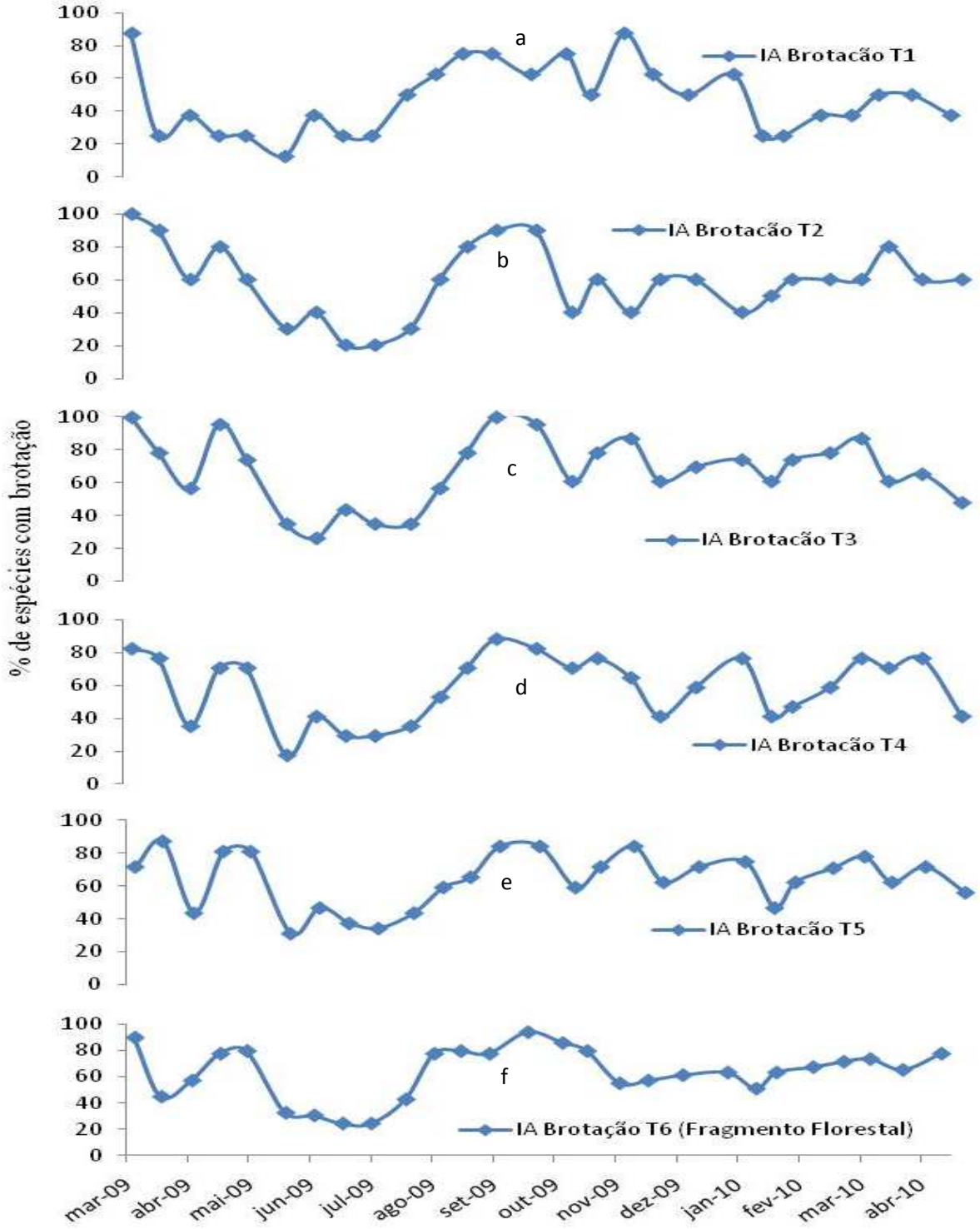

Figura 14: Índice de atividade de espécies expressando a fenofase brotação nos tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010. T1: tratamento controle; T2: semeadura direta; T3: sistema agroflorestal; T4: consórcio de espécies; T5: alta diversidade; T6: fragmento florestal.

4.1.4 Queda de folhas

As espécies do T1 (controle) apresentaram queda de folhas acentuada na segunda quinzena do mês de junho e durante o mês de julho de 2009 (Figura 15a). A menor intensidade de queda foi observada na segunda quinzena de outubro, ainda em 2009.

Os indivíduos do T2 (semeadura direta) perderam mais folhas no período de julho a agosto de 2009. No período do final de setembro a início de novembro de 2009 e no mês de janeiro de 2010 não foi observada queda de folhas neste sistema (Figura 15b).

Assim como a brotação, a queda de folha das espécies do T3 (SAF) perdurou durante todo o período de estudos, sendo de máxima intensidade em julho e agosto, com menor intensidade no início de 2010 (Figura 15c).

O T4 (consórcio) apresentou quedas de folha durante todo o ciclo, sendo esta queda mais intensa no mês de agosto 2009 e menos intensa no final de janeiro de 2010 (Figura 15d).

No T5 (alta diversidade) foram encontradas espécies com queda de folhas durante todo o período de estudo, sendo esta queda mais significativa no final de julho e no mês de agosto de 2009, e menos intensa no início de dezembro de 2009 (Figura 15e).

No fragmento florestal (T6) foram observados indivíduos perdendo folhas durante todo o período de estudo, sendo a maior intensidade de queda no início de agosto até final de setembro, e a menor no final de janeiro de 2010 (Figura 15f).

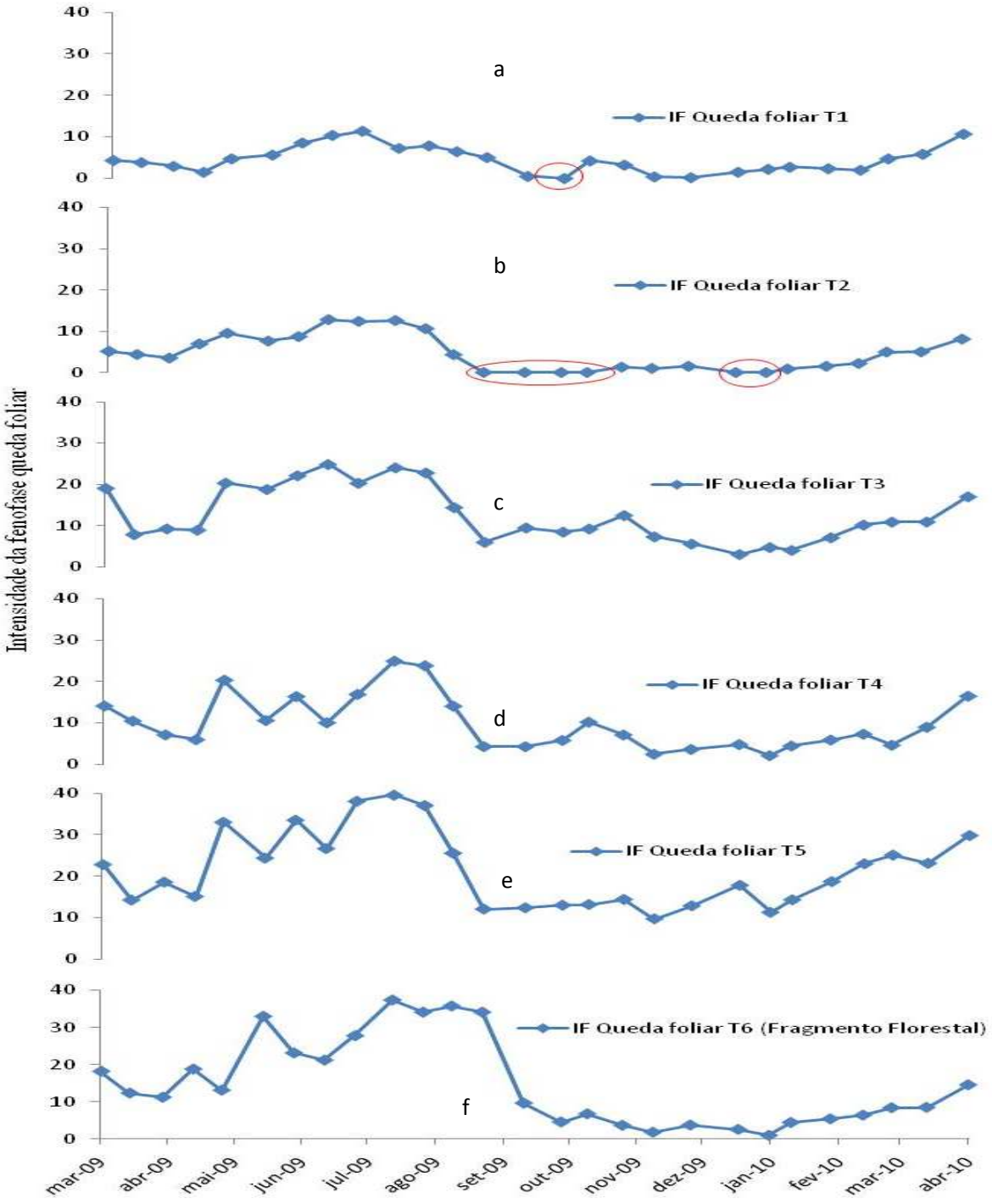

Figura 15: Intensidade da fenofase queda foliar obtida pelo somatório das notas de cada espécie nos diferentes tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010. Polígonos em vermelho representam ausência da fenofase. T1: tratamento controle; T2: semeadura direta; T3: sistema agroflorestal; T4: consórcio de espécies; T5: alta diversidade; T6: fragmento florestal.

A porcentagem de indivíduos no T1 (controle) apresentando a fenofase queda de folhas variou bastante durante o período de observação. Nos meses de setembro e outubro que antecedem o período úmido a porcentagem de indivíduos com queda foi baixa. O aumento na % de indivíduos que apresentavam a fenofase queda no final do mês de novembro foi devido ar alguns indivíduos que perderam todas as folhas como *Aegiphila sellowiana*, e outros que perderam grande parte de suas folhas. A porcentagem de indivíduos com queda foliar em julho foi 70% (Figura 16a), o maior percentual de espécies com queda foliar também ocorreu em julho com 65% (Figura 17a), assim como a maior intensidade desta fenofase que foi de 20% (Figura 15a).

No T2 (semeadura direta) a porcentagem de indivíduos apresentando queda de folhas foi mais alta entre maio e agosto de 2009 e ausente entre final de setembro, outubro e início de novembro, assim com em janeiro de 2010 quando o número de indivíduos com queda volta a subir. O maior índice de atividade de indivíduos ocorreu em maio com 47% (Figura 16b), o maior índice de atividade de espécies também foi em maio com 80% das espécies com queda foliar (Figura 17b). A maior intensidade desta fenofase neste tratamento ocorreu em julho com 18% da máxima (Figura 15b).

O T3 (SAF) apresentou um número de árvores com queda de folhas maior em maio com 45% apresentando esta fenofase (Figura 16c), porém a maior porcentagem de espécies em queda foliar aconteceu em julho com 75% delas ativas (Figura 17c). A maior intensidade de queda foliar foi observada em julho também com 24% do máximo valor possível (Figura 15c).

O número de indivíduos com queda no T4 (consórcio) variou bastante ao longo do período, mas sempre seguindo o padrão encontrado em florestas tropicais que apresentam mais indivíduos com queda no período seco e menores taxas de indivíduos com queda nos períodos chuvosos. O mês de maior atividade dos indivíduos foi março de 2009 com 40% deles em queda foliar (Figura 16d) enquanto o mês de maior atividade das espécies foi junho com 80% delas em atividade (Figura 17d). A intensidade de fenofase mais alta foi observada em agosto com 32% do máximo (Figura 15d).

As árvores do T5 (alta diversidade) apresentaram um padrão mais próximo ao padrão encontrado no ecossistema de referência do fragmento florestal (T6) com maiores quedas no período que antecede e durante o período seco e frio e menos árvores com queda no início do período chuvoso e durante ele. Pouco mais de 50% dos indivíduos estavam em atividade nos mês de maio (Figura 16e), enquanto mais de 80% das espécies estava com queda foliar neste mesmo mês (Figura 17e). A maior intensidade desta fenofase ocorreu em agosto atingindo 37% do total (Figura 15e).

No fragmento florestal (T6) o número de indivíduos com queda de folhas é maior no inicio da época seca (maio e junho), com seguida redução nesta taxa no período seco. A partir de outubro a porcentagem de indivíduos com queda atingiu os menores níveis no período de observação. Em junho quase 40% dos indivíduos apresentavam queda foliar enquanto 80% das espécies estavam em queda foliar (Figura 16f e Figura 17f). A máxima intensidade de queda foliar ocorreu em agosto e foi de 17% (Figura 5f).

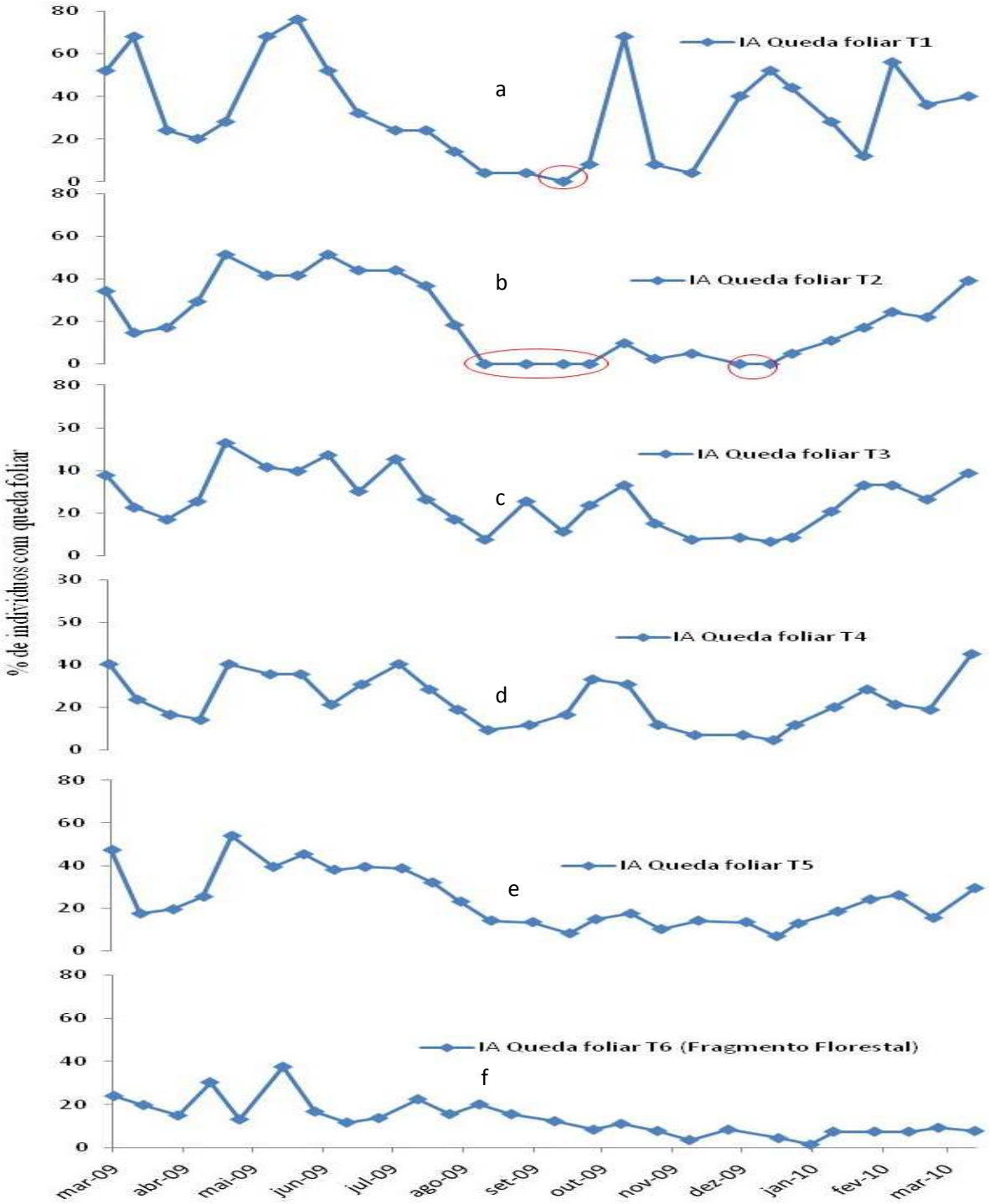

Figura 16: Índice de atividade de indivíduos expressando a fenofase queda foliar nos tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010. Polígonos em vermelho representam ausência da fenofase. T1: tratamento controle; T2: semeadura direta; T3: sistema agroflorestal; T4: consórcio de espécies; T5: alta diversidade; T6: fragmento florestal.

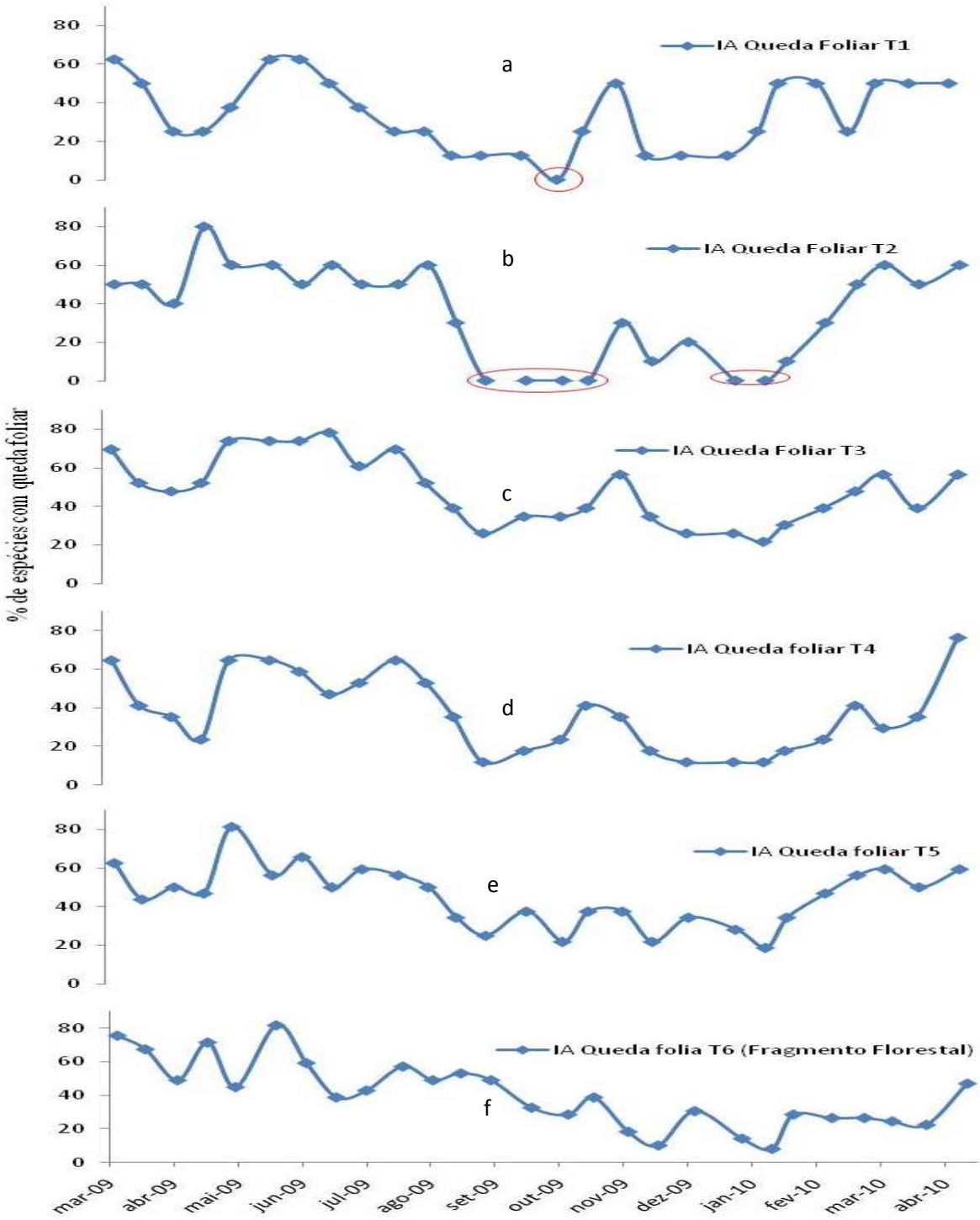

Figura 17: Índice de atividade de espécies expressando a fenofase queda foliar nos tratamentos no período de março de 2009 a abril de 2010. Polígonos em vermelho representam ausência da fenofase. T1: tratamento controle; T2: semeadura direta; T3: sistema agroflorestal; T4: consórcio de espécies; T5: alta diversidade; T6: fragmento florestal.

4.2 Sistemas de polinização

4.2.1 Síndromes de polinização

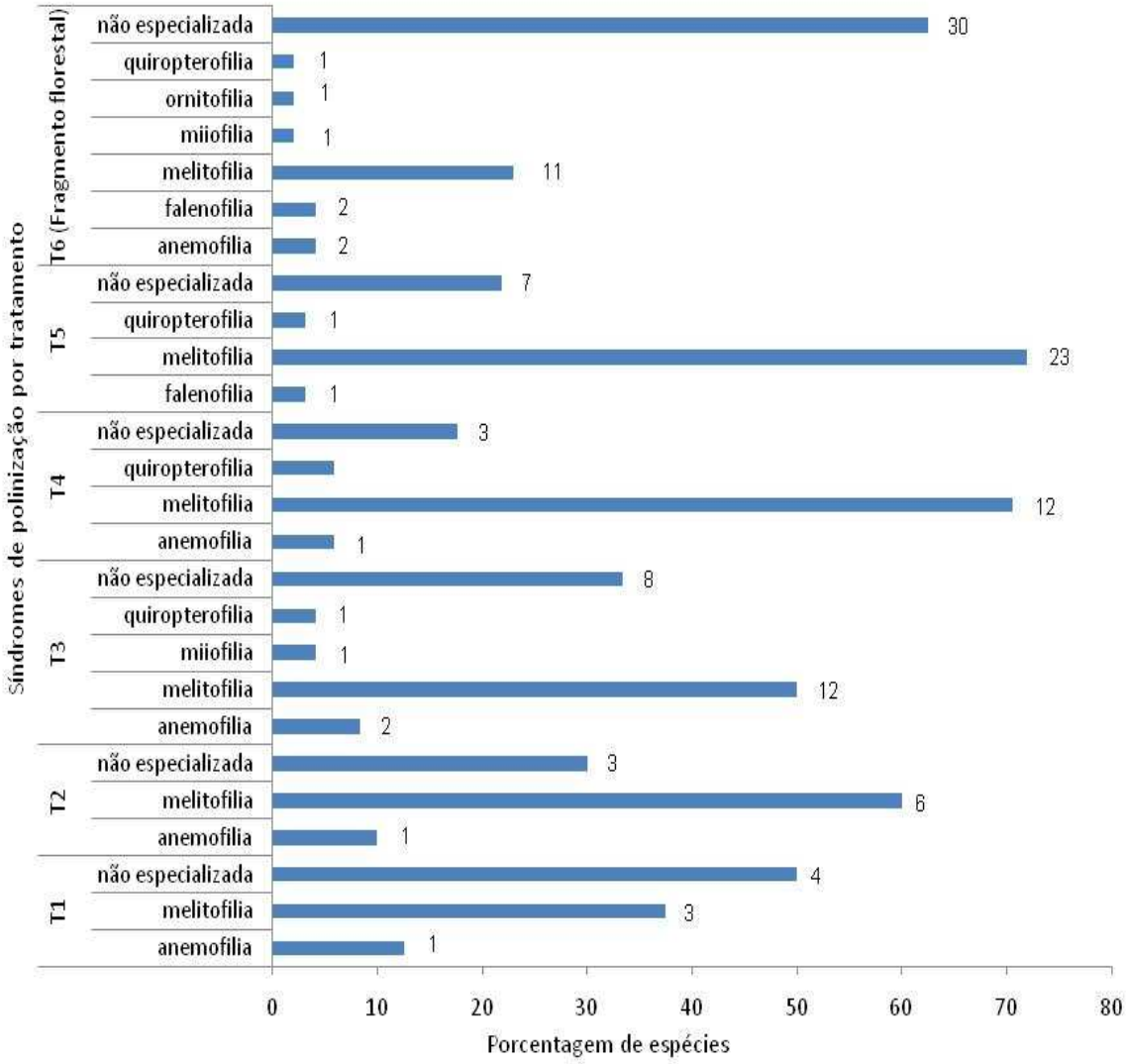

Figura 18: Distribuição das espécies por síndromes de polinização nos diferentes tratamentos em porcentagem e número de espécies. T1: tratamento controle; T2: semeadura direta; T3: sistema agroflorestal; T4: consórcio de espécies; T5: alta diversidade; T6: fragmento florestal.

No T1, onde foram amostradas apenas oito espécies, foram observadas apenas 2 síndromes de polinização, além de flores não especializadas, sendo este grupo o mais numeroso, seguido por melitofília e anemofília (Figura 18). No T2, representado por 9 espécies, as melitófilas estavam em maior número, seguidas pelas espécies com polinização

não especializada e anemófilas. Este resultado demonstra o maior número de espécies melitófilas utilizadas neste tratamento; assim com no T1, esse tratamento não contempla algumas guildas de polinizadores. No T3 foi encontrada uma maior riqueza de espécies (23) e maior diversidade de síndromes de polinização, sendo as melitófilas mais abundantes, seguidas por polinização não especializada, anemófilas, miiófilas e quiropterófilas em igual número.

As espécies com polinização do tipo melitofilia foram maioria no T4, seguidas por espécies com polinização não especializada, anemofilia e quiropterofilia com o mesmo número de espécies. Assim como nos tratamentos 1 e 2, este também apresentou lacunas quanto a alguns grupos de polinizadores.

No T5, onde houve a maior riqueza de espécies (32), a melitofilia foi a síndrome de polinização principal, seguida por polinização não especializada e falenofilia e quiropterofilia em números equivalentes. Entretanto, mesmo considerando esta maior riqueza de espécies, a diversidade de síndromes de polinização não foi a mesma do fragmento florestal, com algumas lacunas entre os grupos de anemofilia e miiofilia (Figura 18),

No fragmento florestal a diversidade de síndromes de polinização foi superior a todos os demais tratamentos. A síndrome principal foi a melitofilia seguida por anemofilia e falenofilia, miiofilia e ornitofilia e quiropterofilia. O grupo de espécies com polinização do tipo não especializada foi o de maior número de espécies.

4.2.2 Sazonalidade de floração por síndromes de polinização

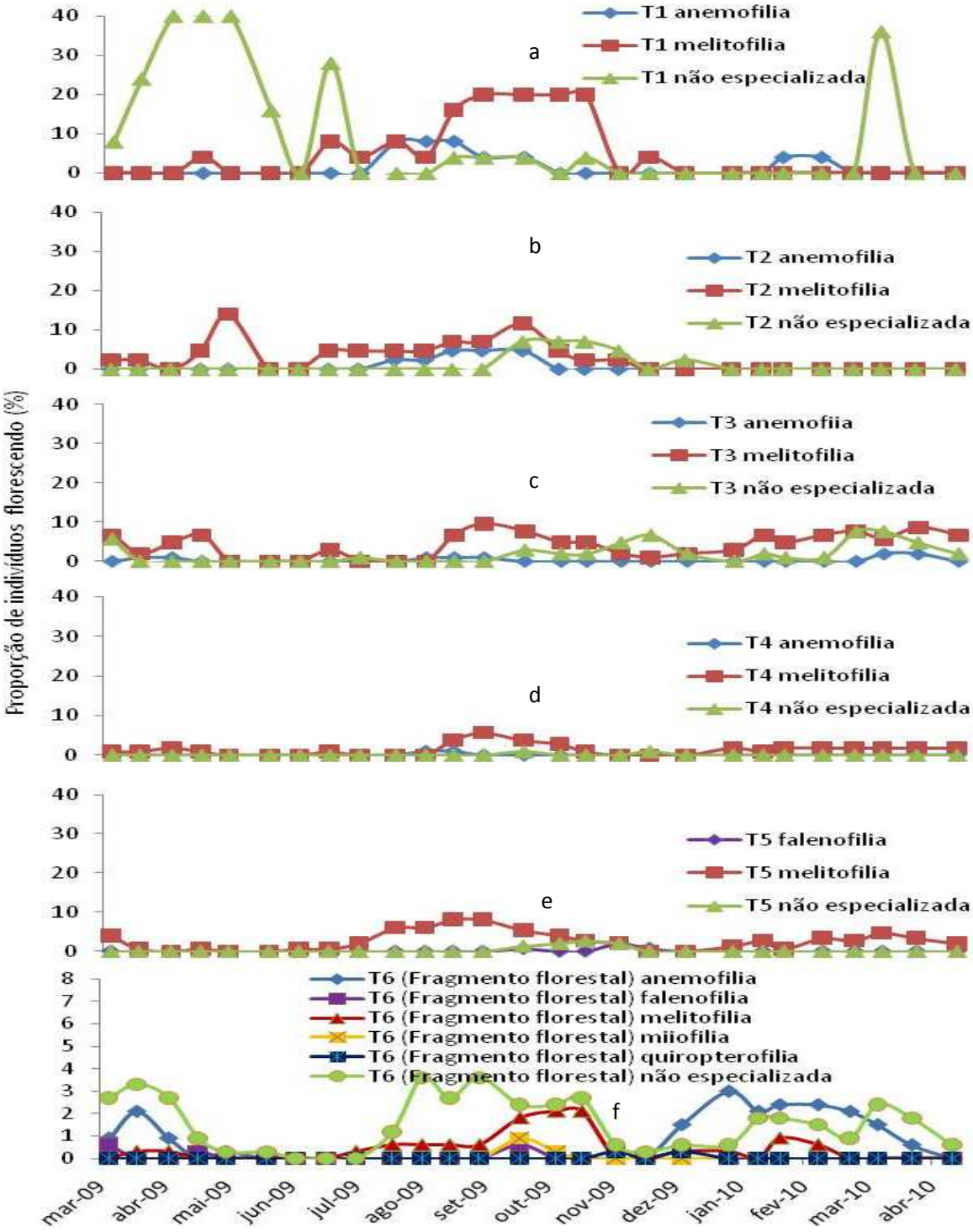

Figura 19: Síndromes de polinização observadas nos diferentes tratamentos em porcentagem do total de indivíduos. T1: tratamento controle; T2: semeadura direta; T3: sistema agroflorestal; T4: consórcio de espécies; T5: alta diversidade; T6: fragmento florestal.

No fragmento florestal observamos todos os grupos de síndromes de polinização predominando na estação seca e depois do meio para o fim da chuvosa, num padrão bi-modal. (Figura 19f). Apenas de maio a julho de 2009 e em novembro de 2010 não foram observadas espécies florescendo. Considerando esse ambiente como a referência, vemos que no T1 espécies com flores não especializadas predominaram no verão, enquanto as melitófilas predominaram no inverno (Figura 19a).

No T2 foram observadas flores no mês de maio e de junho a novembro. As flores de polinização não especializada ficaram ausentes em grande parte do ano assim com as anemófilas (Figura 19b).

No T3 as espécies melitófilas foram as mais presentes, ainda assim somente em parte do ano. As flores de polinização não especializada e as anemófilas ficaram ausentes durante a maior parte da observação (Figura 19c).

As flores anemófilas e com polinização não especializada no T4 foram observadas somente em dois momentos do ano, ficando ausentes na maior parte do tempo. As melitófilas estiveram presentes na maior parte do tempo (Figura 19d).

No T5 as melitófilas apresentaram um padrão semelhante ao observado na referência. Porém, as flores falenófilas e não especializadas ocorreram apenas em um curto período de tempo, entre outubro e novembro (Figura 19e).

4.3 Síndromes de dispersão

4.3.1 Diferenças de síndromes entre os tratamentos

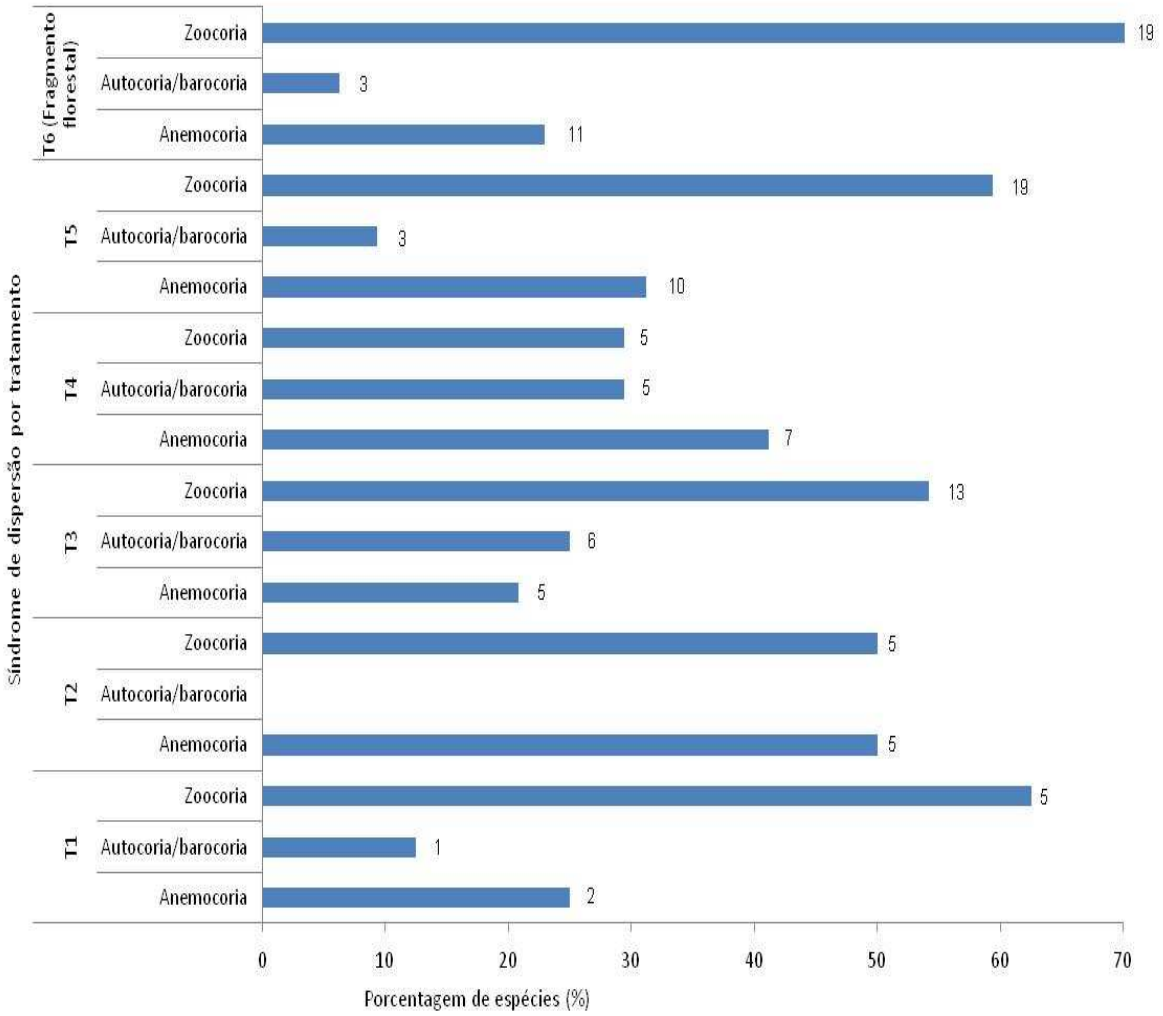

Figura 20: Distribuição das espécies por síndromes de polinização nos diferentes tratamentos em porcentagem e numero de espécies. T1: tratamento controle; T2: semeadura direta; T3: sistema agroflorestal; T4: consórcio de espécies; T5: alta diversidade; T6: fragmento florestal.

A síndrome de dispersão mais comum foi a zoocoria, exceto pelo T4 (Figura 20) onde espécies como *Anadenanthera colubrina* e *Cedrela fissilis* contribuíram para um maior número de espécies com dispersão anemocórica.

A zoocoria também foi a síndrome mais comum observada no fragmento florestal utilizado como referência. A anemocoria e a autocoria/barocoria não

apresentaram uma distribuição constante entre os tratamentos. A anemocoria foi a segunda mais comum nos tratamentos 1, 4 e 5. A autocoria/barocoria não foi observada no T2.

4.3.2 Sazonalidade de frutificação de grupos de espécies com mesma síndrome de dispersão

Nos tratamentos 1 e 2 ocorreram picos de dispersão de frutos anemocóricos durante períodos curtos (Figura 21a e Figura 21b). Nos tratamentos 3 e 4 a dispersão zoocórica divide espaço com a autocoria/barocoria que foram também importantes nestas áreas (Figura 21c e Figura 21d). No fragmento florestal as diferentes síndromes de dispersão foram equilibradas, sendo que as autocóricas/barocóricas foram um pouco menos representadas (Figura 21f).

No T1 e T2 a autocoria/barocoria ficou praticamente ausente, sendo que os demais grupos variaram ao longo do ano (Figura 21a e Figura 21b). No T3 a presença com diferentes síndromes foi inconstante, e espécies com frutos zoocóricos frutificaram de forma mais constante (Figura 21c). No T5 a zoocoria ocorreu durante quase todo o período de estudo, com exceção da época seca de 2009 (Figura 21e). Tanto no T5 como no T4 as espécies anemocóricas e autocóricas/barocóricas ocorreram em baixa frequência no fim e no início da estação chuvosa.

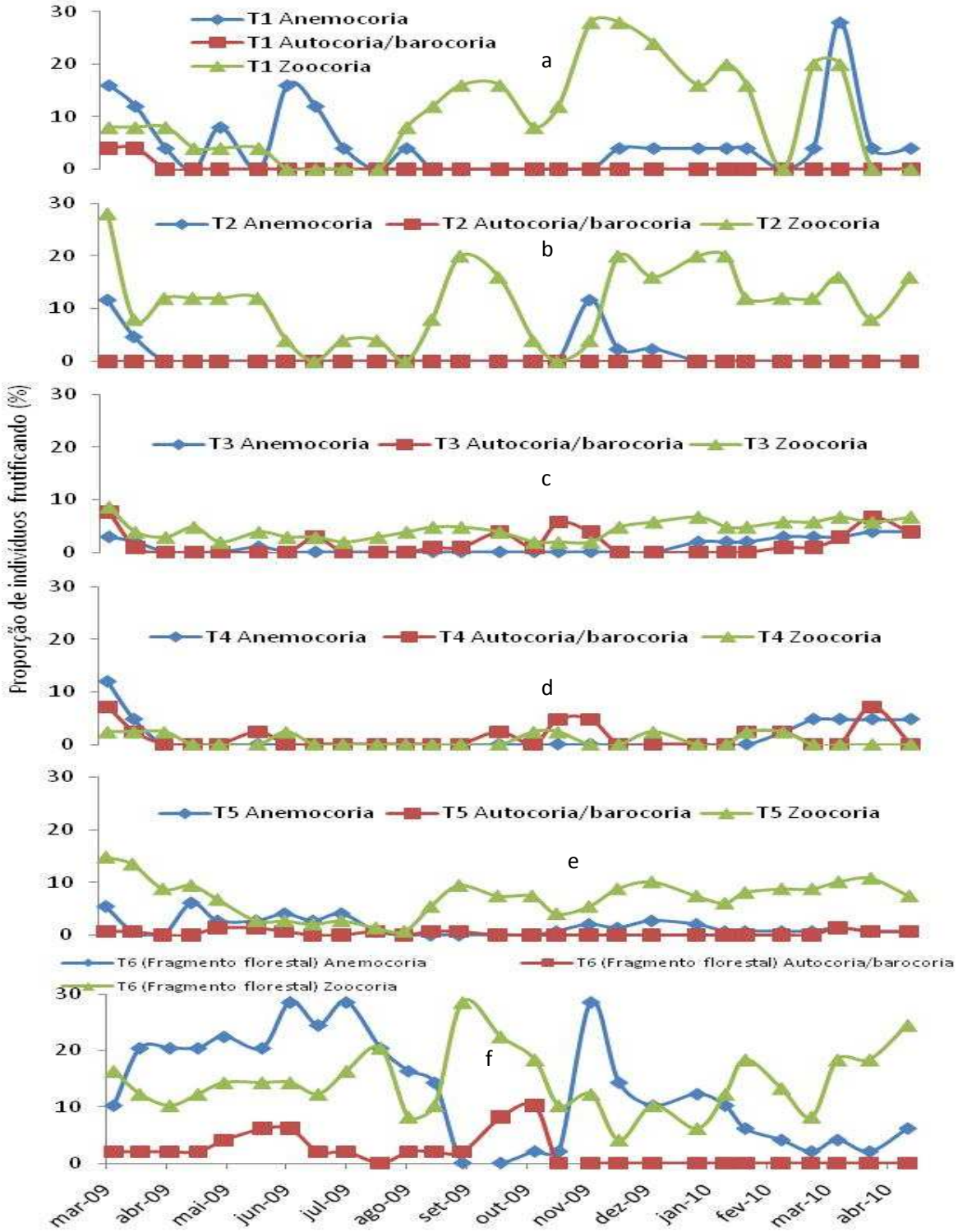

Figura 21: Síndromes de polinização observadas nos diferentes tratamentos em porcentagem do total de indivíduos. T1: tratamento controle; T2: semeadura direta; T3: sistema agroflorestal; T4: consórcio de espécies; T5: alta diversidade; T6: fragmento florestal.

4.4 Mudança Foliar

A estratégia predominante em todos os tratamentos e no fragmento florestal foi a brevidecídua, correspondendo a até 70% das espécies do T4 e cerca de 60% do fragmento.

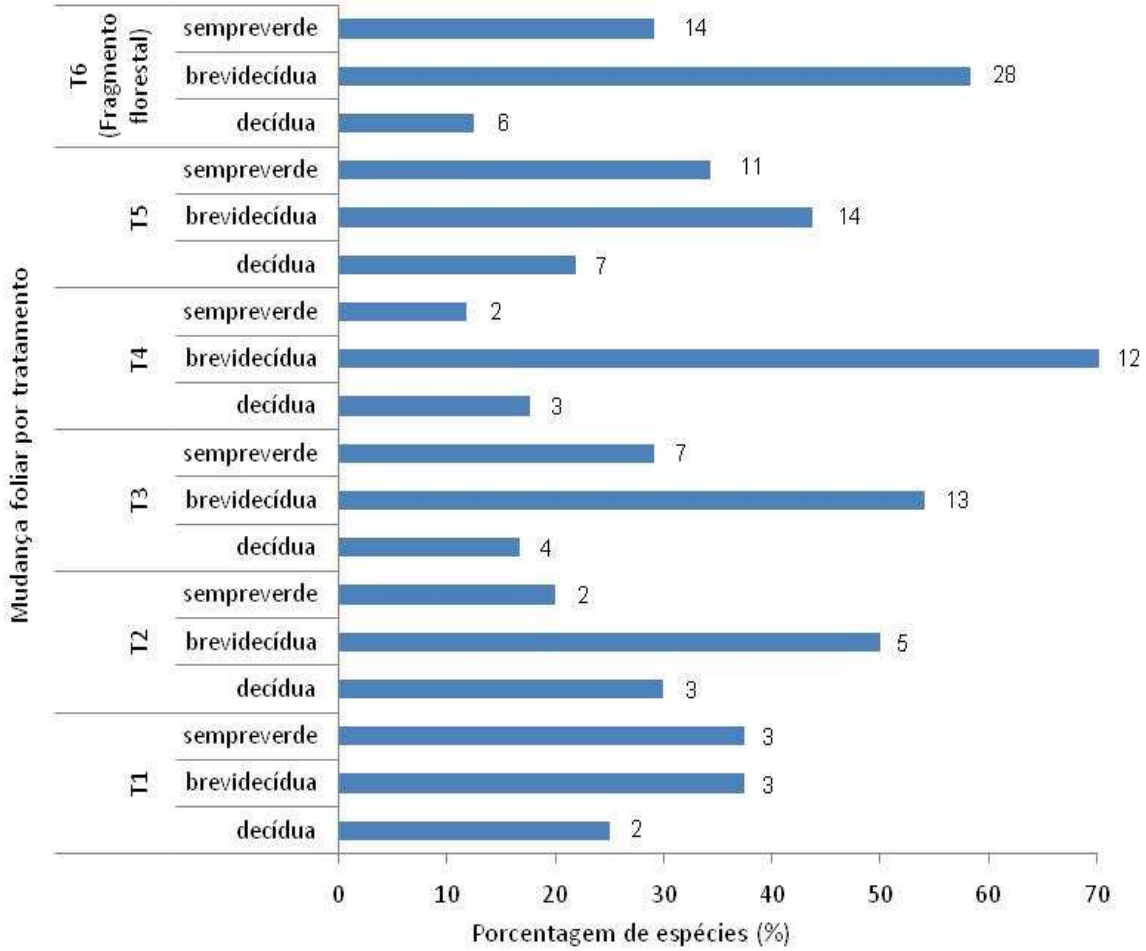

Figura 22: Mudança foliar em porcentagem de espécies por estratégia nos diferentes tratamentos da área em restauração e no fragmento florestal. T1: tratamento controle; T2: semeadura direta; T3: sistema agroflorestal; T4: consórcio de espécies; T5: alta diversidade; T6: fragmento florestal.

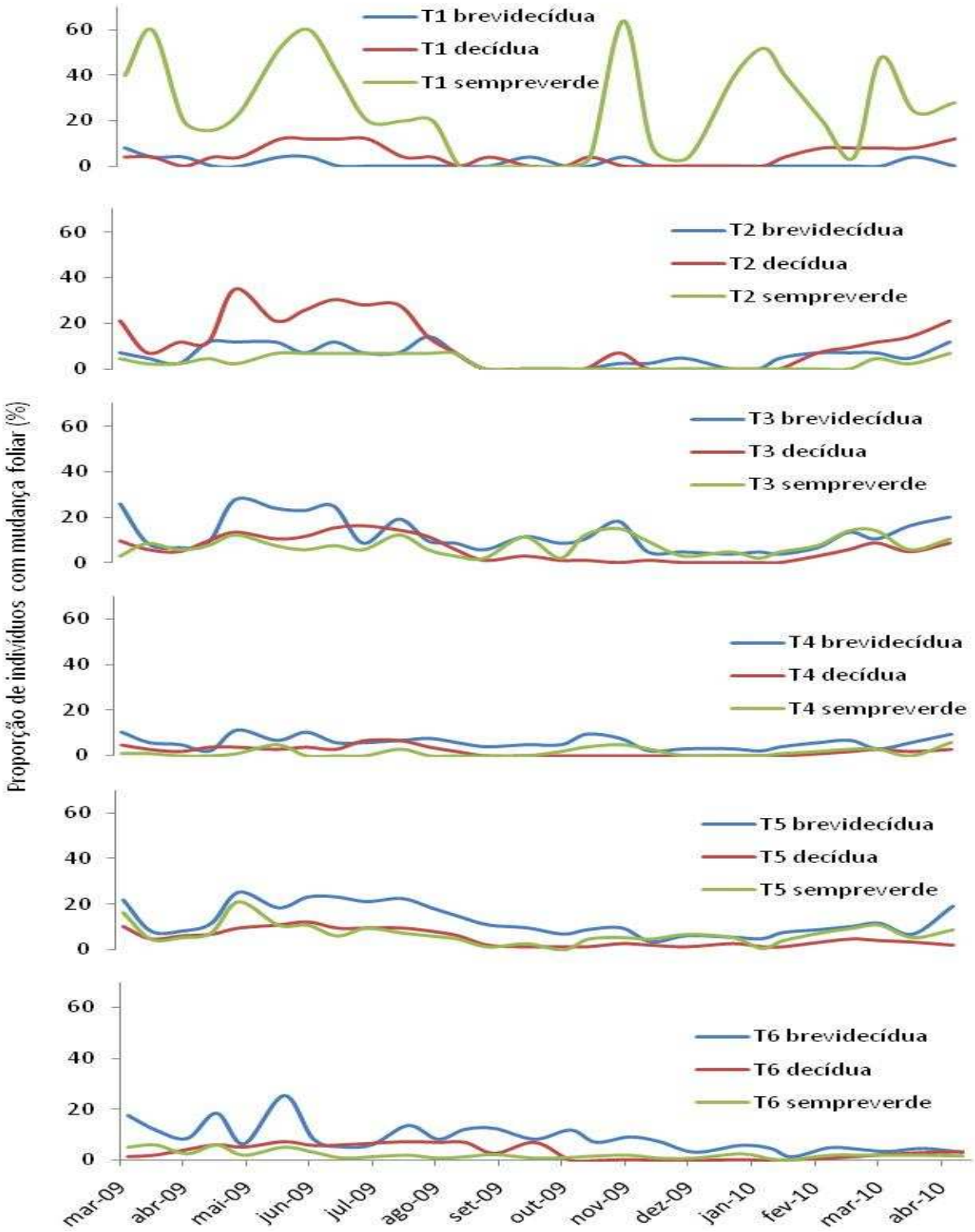

Figura 23: Mudança foliar observada nos diferentes tratamentos em porcentagem do total de indivíduos. T1: tratamento controle; T2: semeadura direta; T3: sistema agroflorestal; T4: consórcio de espécies; T5: alta diversidade; T6: fragmento florestal.

4.5 Comparação entre a área em restauração e o fragmento florestal

4.5.1 Intensidade das Fenofases

4.5.1.1 Floração

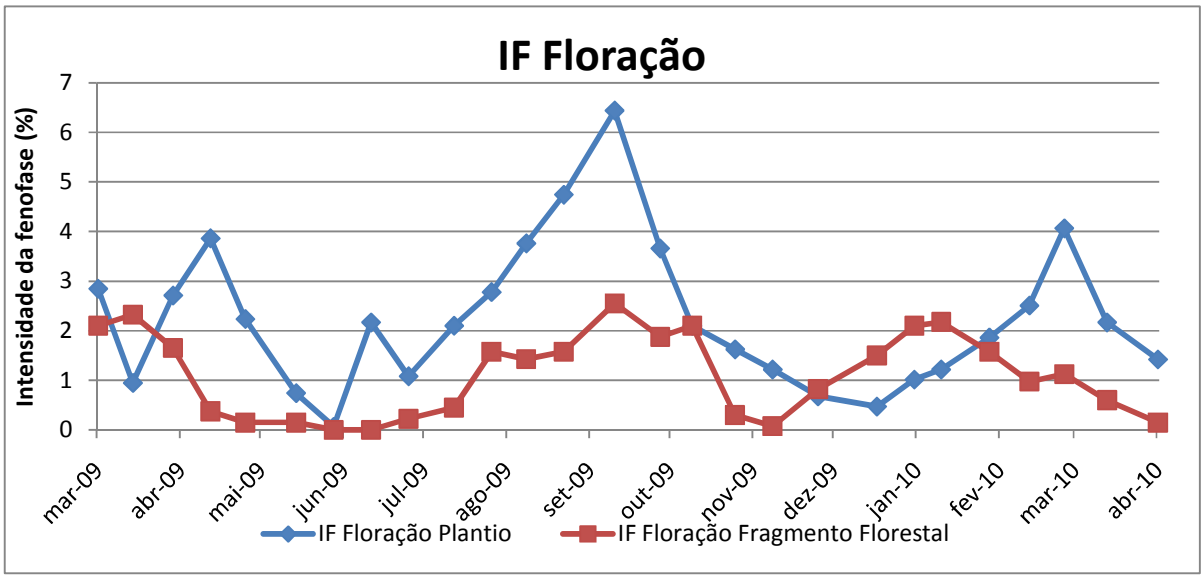

Figura 24: Intensidade da fenofase floração em porcentagem da nota máxima possível na área de restauração e no fragmento florestal.

A intensidade de floração no plantio foi maior que no fragmento (Figura 24), com máximo de 6,5% de intensidade, enquanto no fragmento florestal o máximo foi cerca de 3%. No plantio houve um pico em setembro e outro em menor intensidade entre março (2009) e abril (2010). Em 2010 a máxima floração foi adiantada um mês quando comparado ao ano anterior, o que pode ser reflexo da maior pluviosidade do verão de 2010. O período de menor produção de flores desta área que vai de novembro a fevereiro coincide com o início das chuvas.

No fragmento florestal a intensidade desta fenofase sofre menor variação ao longo do ano, sendo observados também dois momentos de floração, um no final do período de inverno e outro no início do período chuvoso. As menores intensidades de floração ocorreram de maio a julho e novembro (Figura 23).

4.5.1.2 Frutificação

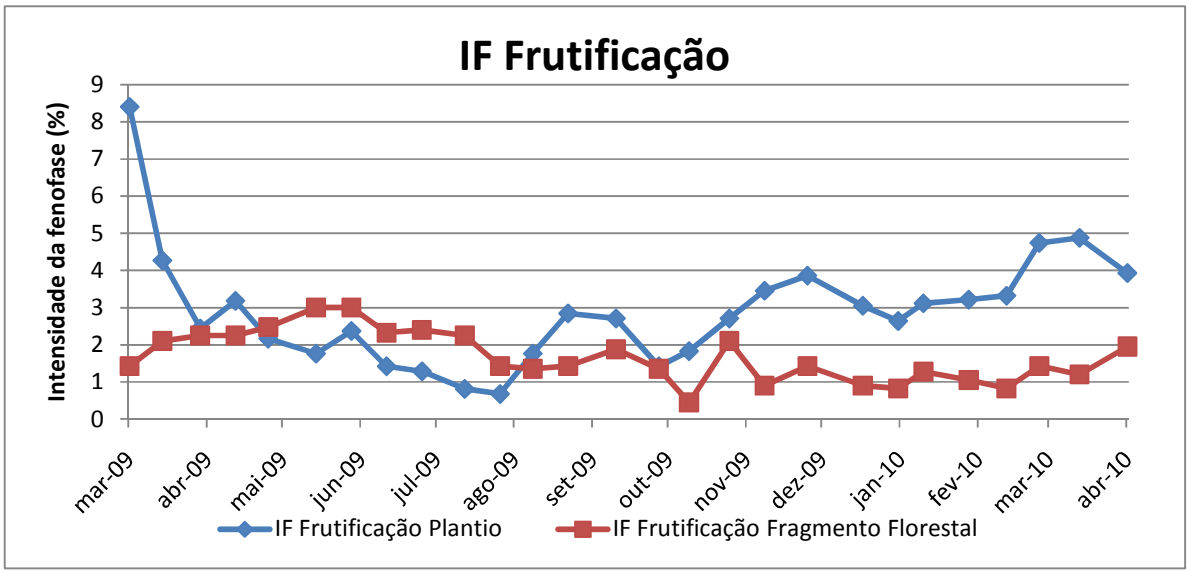

Figura 25: Intensidade da Fenofase frutificação em porcentagem da nota máxima possível na área de restauração e no fragmento florestal.

A frutificação no plantio variou desde pouco menos de 1% até aproximadamente 8,5% de intensidade. No fragmento florestal ela foi mais baixa e mais constante ao longo do ano, ficando entre 0,5% e 3% (Figura 25)

A frutificação no plantio entre junho e agosto (período seco) foi menor quando comparada ao período entre dezembro e abril, onde foi observada até 5% da intensidade máxima. O fragmento florestal mantém uma sazonalidade menor, com menores intensidades ocorrendo na estação chuvosa (Figura 25).

4.5.1.3 Brotação

A brotação foi a fenofase que mostrou as maiores semelhanças no padrão anual entre a área restaurada e o fragmento, variando apenas na intensidade (Figura 26). Ambas as áreas apresentaram pico no mês de setembro e menores taxas de brotação entre final de maio e julho. A brotação no plantio esteve entre 3% e 36%. No fragmento florestal ela variou entre o mínimo de 2% a máxima brotação foi de mais 41%.

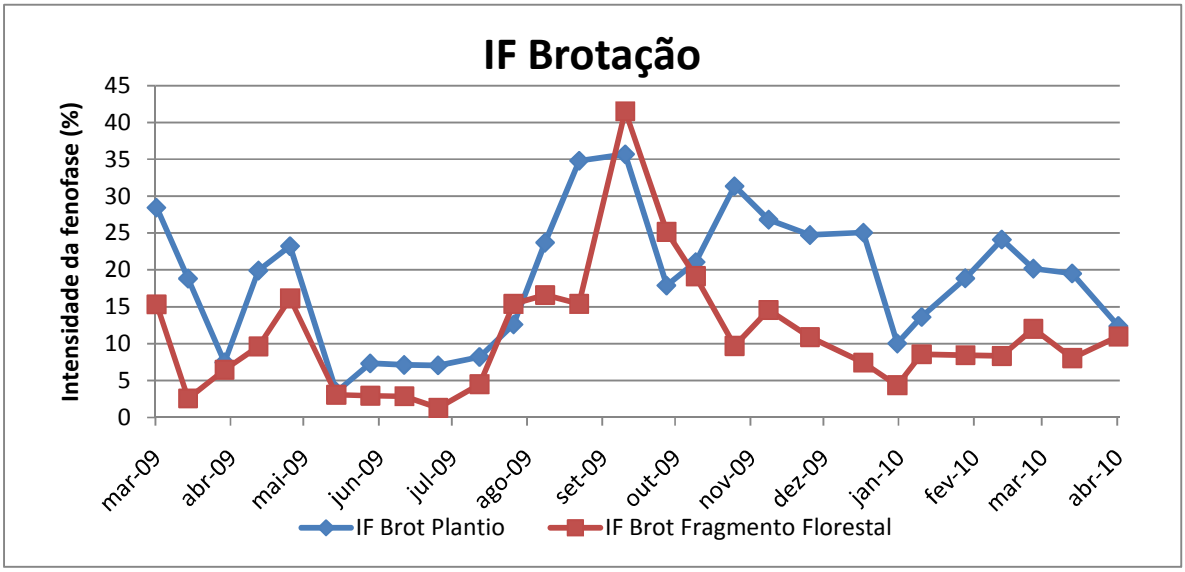

Figura 26: Intensidade da fenofase brotação em porcentagem da nota máxima possível na área de restauração e no fragmento florestal.

4.5.1.4 Queda foliar

A queda de folhas na área de plantio e no fragmento florestal ocorreu na mesma época, aumentando a partir do mês de maio e permanecendo até meados de setembro. O período de novembro a abril foi o de menor queda (Figura 27).

Na área em restauração, entretanto, a intensidade de queda de folhas durante o inverno foi muito maior que no fragmento, provavelmente pela alta proporção de espécies decíduas e brevidecíduas usadas nos plantios.

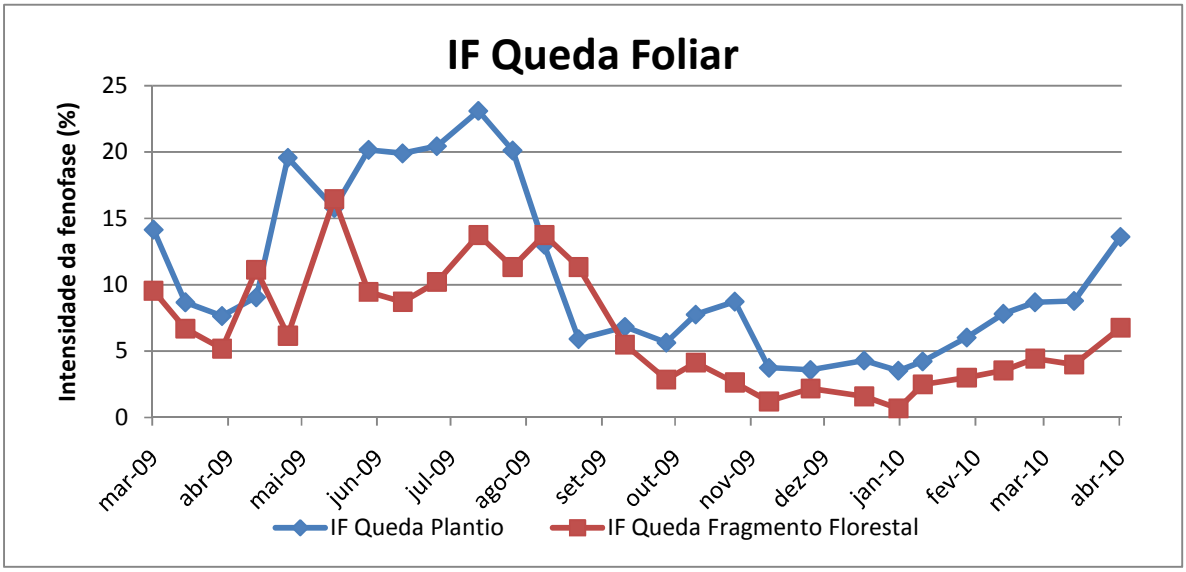

Figura 27: Intensidade da fenofase queda foliar em porcentagem da nota máxima possível na área de restauração e no fragmento florestal.

A queda de folhas no plantio variou desde pouco menos de 5% até aproximadamente 24% de intensidade. No fragmento florestal a queda variou entre 1% e 17%.

4.5.2 Índice de Atividade

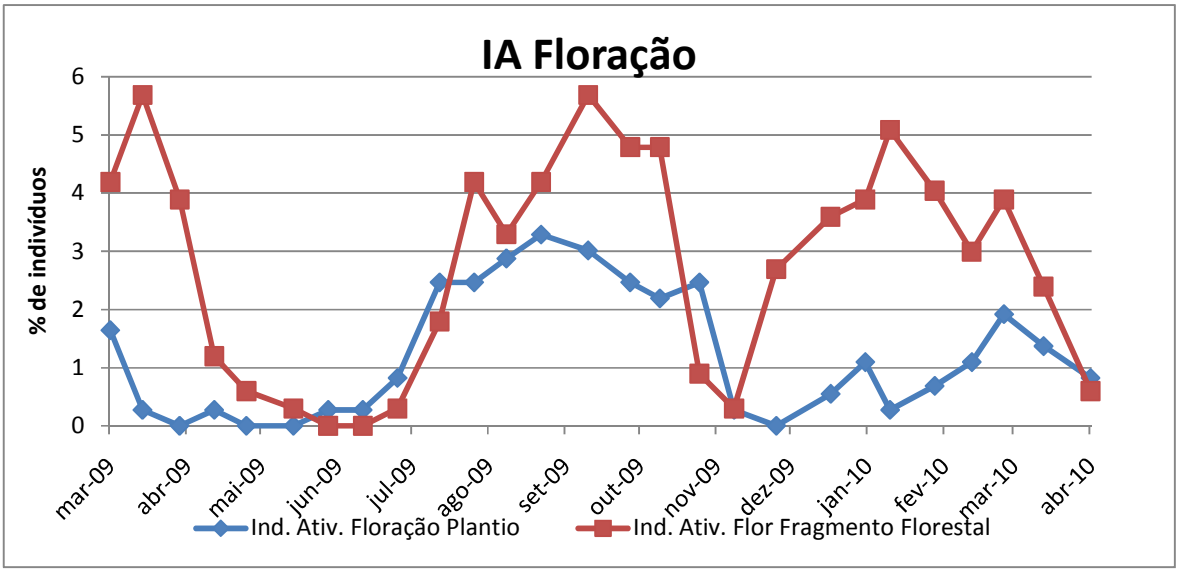

Figura 28: Índice de Atividade da comunidade apresentando a fenofase floração na área de restauração e no fragmento florestal.

A proporção de indivíduos apresentando a fenofase floração no fragmento florestal foi maior do que no plantio durante o mesmo período (Figura 28). Em ambos locais foi possível verificar a presença de curvas bimodais para esta fenofase, padrão esse já encontrado em outros estudos fenológicos realizados em florestas tropicais. O pico no índice de atividade floração no fragmento florestal ocorreu em outubro de 2009 e fevereiro de 2010. No plantio os maiores índices de atividade foram observados em setembro de 2009 e março de 2010.

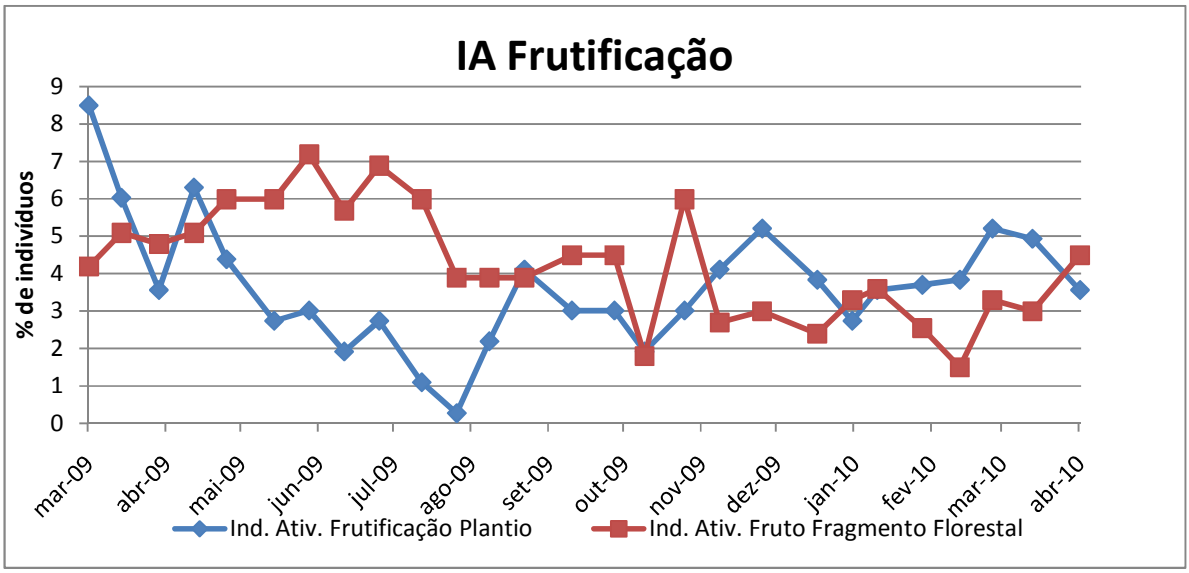

Figura 29: Índice de Atividade da comunidade apresentando a fenofase frutificação na área de restauração e no fragmento florestal.

O percentual de indivíduos com frutos no fragmento florestal foi maior e mais constante ao longo do ano, com maiores valores entre junho e julho. No plantio a frutificação ocorreu ao longo de todo o período, porém com índice muito baixo em agosto de 2009, sendo os maiores índices em março de 2009 (Figura 29).

.

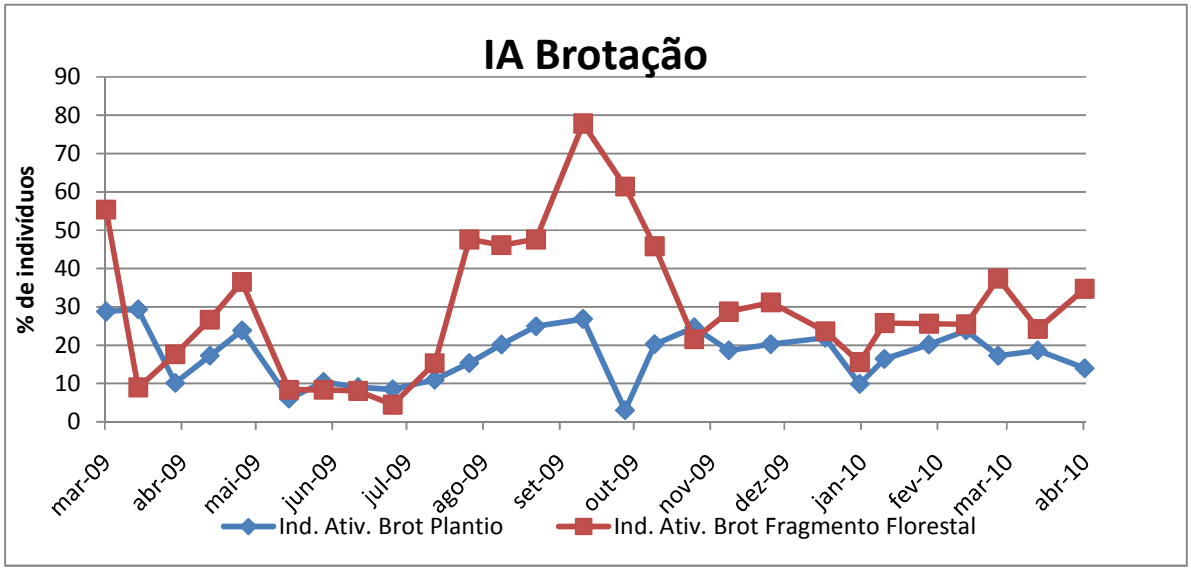

Figura 30: Índice de Atividade da comunidade apresentando a fenofase brotação na área de restauração e no fragmento florestal.

A proporção de indivíduos que estavam brotando variou bastante em ambas as áreas durante o período. No fragmento florestal o maior percentual de árvores brotando foi observado em outubro de 2009, semelhante ao padrão verificado no plantio, porém, com proporções muito maiores (Figura 30).

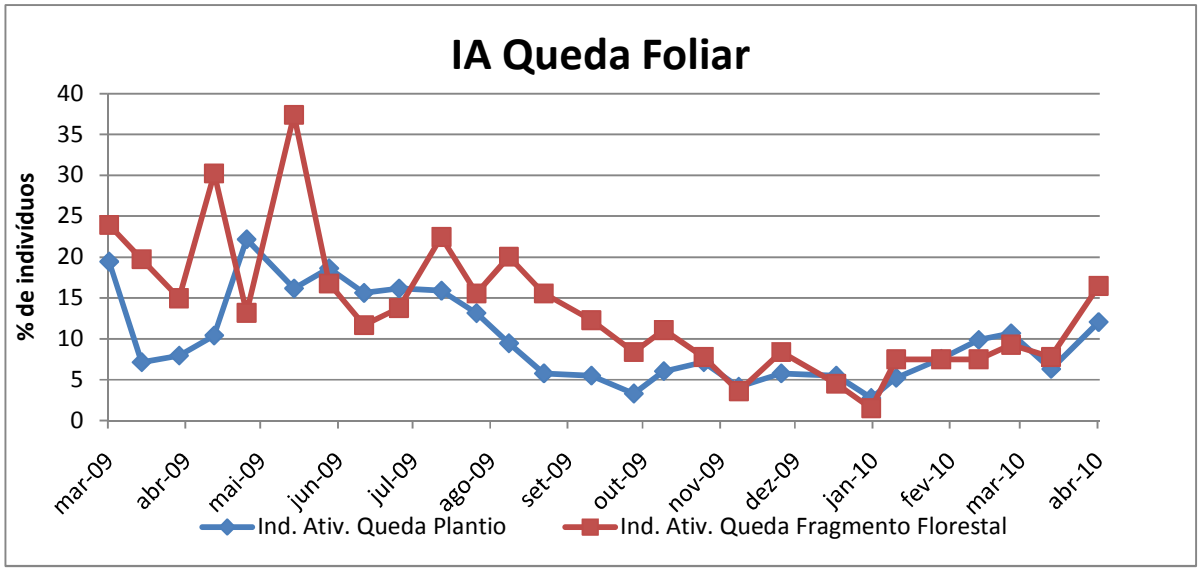

Figura 31: Índice de Atividade da comunidade apresentando a fenofase queda de folhas na área de restauração e no fragmento florestal.

A maior proporção de indivíduos apresentando queda de folhas simultaneamente no fragmento florestal ocorreu em junho de 2009. No plantio esse pico ocorreu um pouco antes, em maio de 2009 (Figura 31).

Observando a intensidade de fenofase e o índice de atividade, comparativamente, podemos afirmar que os indivíduos das áreas em processo de restauração (T1, T2, T3, T4, T5) apresentaram a fenofase floração em maiores intensidade que os indivíduos do fragmento florestal, ou seja, na área restaurada o percentual de árvores com floração foi menor que no fragmento florestal, mas com maiores intensidades. No fragmento florestal as intensidades de floração foram menores, mas o percentual de indivíduos florescendo foi superior ao da área restaurada. Isso se repetiu para as demais fenofases: frutificação, brotação e queda de folhas, com maiores intensidades no plantio e maior índice de atividade no fragmento florestal.

No fragmento florestal um maior número de indivíduos apresentou as fenofases, mas com menor intensidade. Durante o período estudado existiam na maior parte do tempo mais indivíduos apresentando as fenofases no fragmento florestal do que na área restaurada.

4.5.3 Padrões fenológicos de espécies comuns entre a área em restauração e o fragmento florestal

Croton floribundus apresentou maior intensidade de flor, fruto e brotação no fragmento, sendo o período de flor e fruto semelhante ao encontrado na área em processo de restauração (Figura 32). Foi observado no plantio um maior número de eventos de brotação e queda foliar no plantio, que pode ter sido causado por perturbações externas como a presença de formigas cortadeiras.

No fragmento ocorreram dois picos de queda e na área de restauração somente um pico. A maior variação entre os dois habitats ocorreu nas maiores intensidades observadas no fragmento florestal.

Quanto a *Schizolobium parahyba (*Figura 33), os IF foram maiores no plantio apresentando períodos semelhantes entre flor, brotação e queda. A fenofase frutificação perdurou por um período duas vezes maior no fragmento. Nesta espécie, diferente

de *Croton floribundus*, as maiores intensidades foram observadas na área de plantio. Esta espécie apresentou no plantio uma maior intensidade de brotação e queda foliar durante o ano todo, o que poderia ser explicado pela menor competição por luz ou nutrientes.

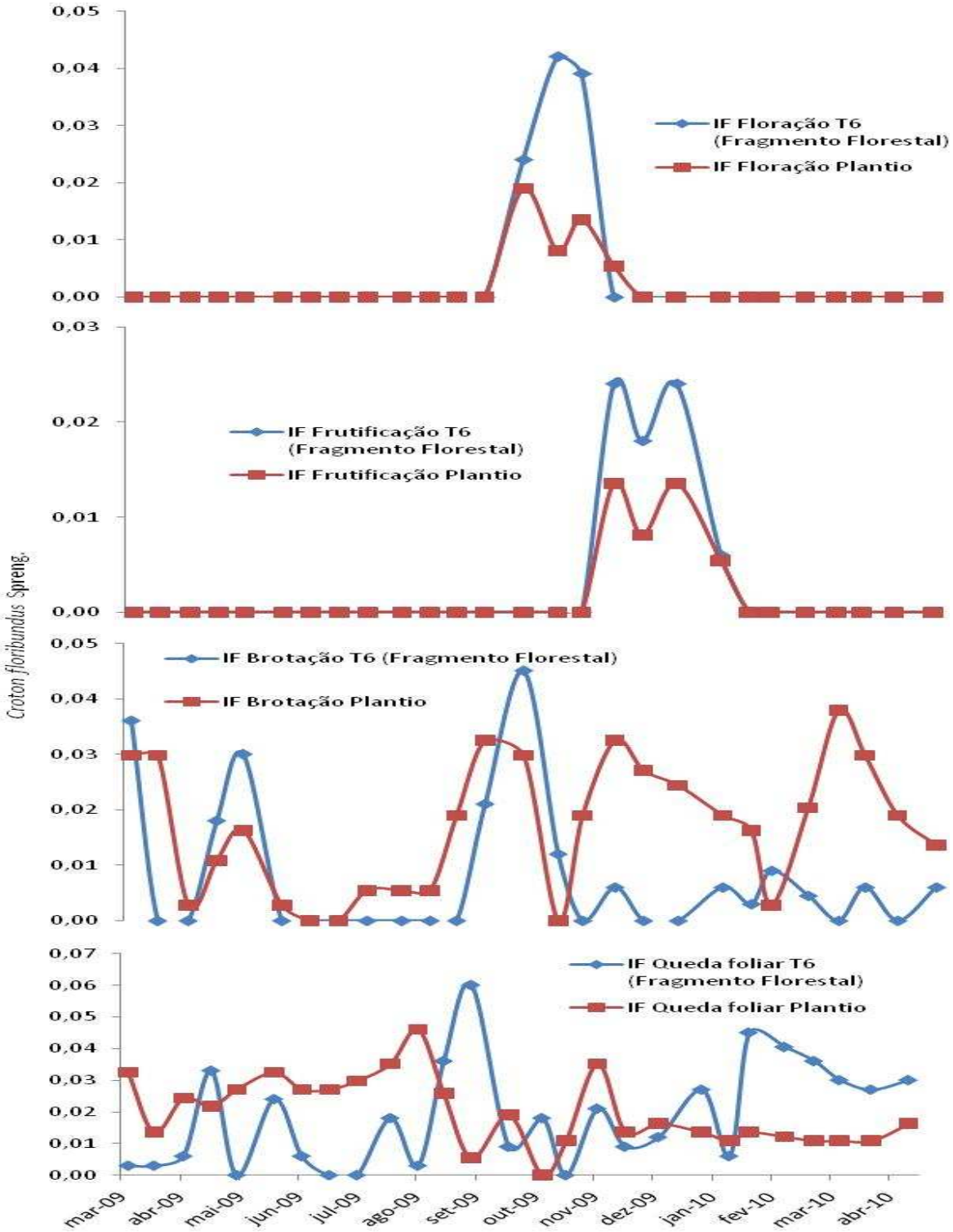

Figura 32: Intensidade de fenofase floração, frutificação, brotação e queda foliar da espécie *Croton floribundus* comparando o comportamento fenológico na área de plantio de restauração e o fragmento florestal no período de março de 2009 a abril de 2010.

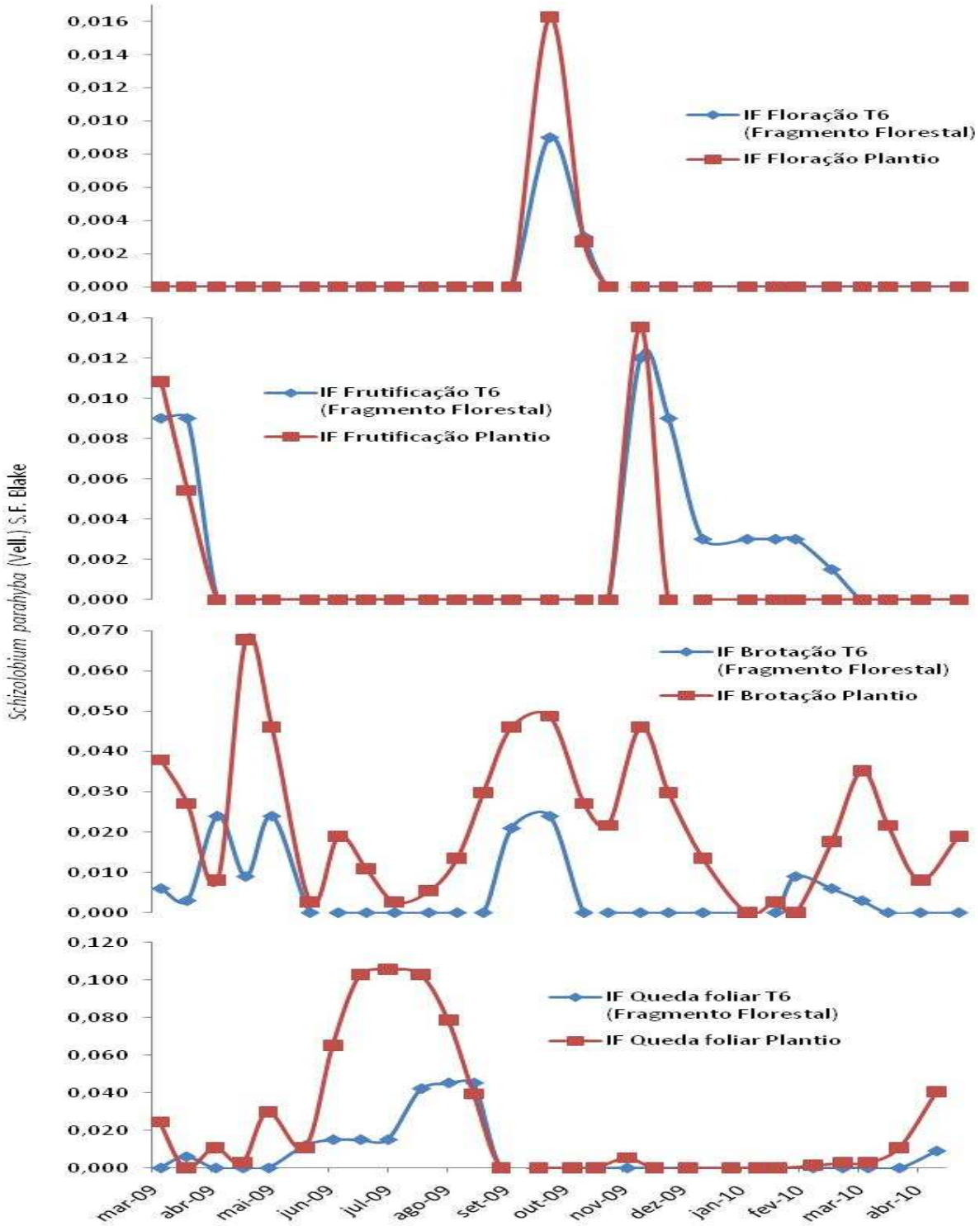

Figura 33: Intensidade de fenofase floração, frutificação, brotação e queda foliar da espécie *Schizolobium parahyba* comparando o comportamento fenológico na área de plantio de restauração e o fragmento florestal no período de março de 2009 a abril de 2010.

Casearia sylvestris apresentou IF bastante superiores na área em processo de restauração quanto à floração e frutificação (Figura 34). O período de aparecimento das flores foi concomitante nas duas áreas, porém o início da formação dos frutos levou seis meses no fragmento, possivelmente devido ao sombreamento, e na área em processo de restauração ocorreu em seguida à queda das flores. As intensidades das fenofases floração e frutificação foram bem maiores na área de plantio, sendo que a fenofase brotação foi semelhante e a queda foliar foi maior no fragmento florestal.

Apesar da floração ocorrer concomitantemente nas duas áreas, a frutificação variou bastante, ocorrendo no mês seguinte ao da floração no plantio, mas somente seis meses depois no fragmento florestal, o que poderia ter ocorrido pela maior competitividade ou como mecanismo de escape de predação ou época mais propicia para a dispersão (BURGESS, 2006).

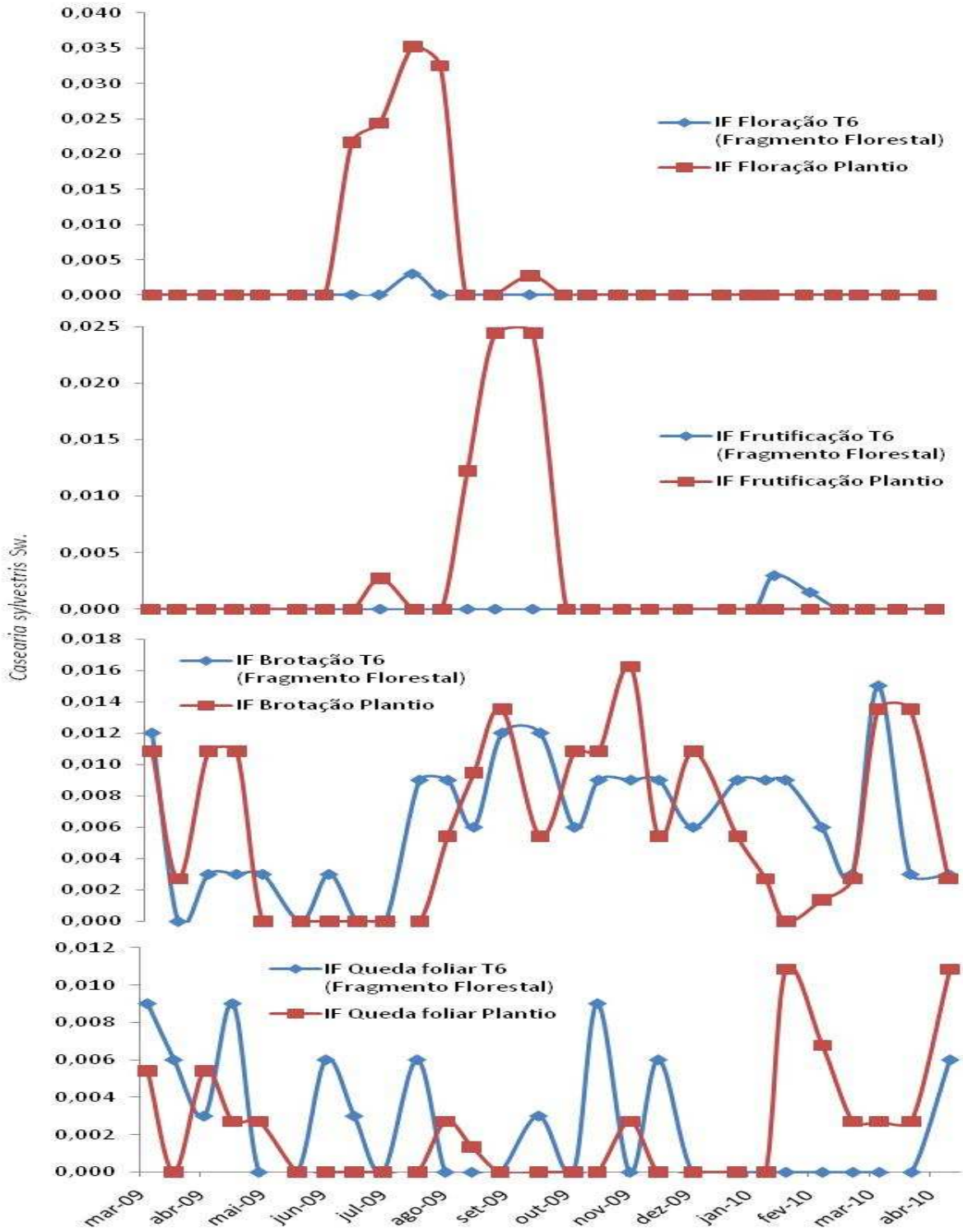

Figura 34: Intensidade de fenofase floração, frutificação, brotação e queda foliar da espécie *Casearia sylvestris* comparando o comportamento fenológico na área de plantio de restauração e o fragmento florestal no período de março de 2009 a abril de 2010.

4.6 Índice de Sazonalidade

O índice de sazonalidade foi calculado para os diferentes tratamentos observados e para a área restaurada, os valores podem ser observados na Tabela 2. Valores acima de 2 podem ser considerados sazonais (LONGMAN; JENIK, 1987).

Tabela 2: Índice de sazonalidade nas fenofases floração, frutificação, brotação e queda foliar nos diferentes tratamentos observados na Fazenda Experimental Edgardia, Botucatu, SP.

Tratamentos	Floração	Frutificação	Brotação	Queda foliar
T1	2,57	1,57	3,12	2,71
T2	43,42	2,24	1,33	7,41
T3	1,44	2,4	1,12	1,34
T4	1,47	2,11	1,29	2,12
T5	3,24	1,38	1,28	1,45
Fragmento Florestal	4,91 6,1	1,54	1,9	4,35
Área Restaurada	1,37	1,66	1,43	2,02

A sazonalidade de floração no T1 foi maior do que na frutificação (2,57 e 1,57). As fenofases brotação e queda foliar também mostraram sazonalidade. No T2 o índice foi altamente afetado por algumas espécies que floresceram concomitantemente e a fenofase esteve ausente em diversos períodos, tornando o índice muito alto. A frutificação também foi sazonal assim como a fenofase queda foliar. No T3 somente a frutificação teve alta sazonalidade. As fenofases floração, brotação e queda foram pouco sazonais. A análise mostrou existir sazonalidade no T4 para frutificação e queda foliar, enquanto no T5 a sazonalidade foi maior para floração.

No fragmento florestal, onde foram verificados dois picos de floração, o índice de sazonalidade foi alto para ambos os períodos. A queda foliar também apresentou sazonalidade alta. Quando toda a área em processo de restauração é considerada como uma única comunidade, somente a queda foliar mostrou-se bastante sazonal.

5. DISCUSSÃO

5.1 Análise das fenofases

5.1.1 Floração

Os períodos de menores intensidades de floração correspondem ao período que antecede o início das chuvas, perdurando durante parte do mesmo, bem como no período que antecede o seco, perdurando também durante parte do mesmo. Estes períodos correspondem às maiores e menores temperaturas, respectivamente. Por conseguinte os períodos de maiores intensidades de floração ocorreram após o inverno e depois do verão, período seco e chuvoso respectivamente.

Segundo Janzen (1967), as espécies que florescem na estação seca teriam vantagens, como, por exemplo, ausência de chuvas muito fortes, que poderiam danificar mecanicamente as flores e ou diluir seu néctar; melhor visualização das flores pelos polinizadores em decorrência da queda de folhas mais acentuada nessa época e favorecimento da ação dos polinizadores numa época de escassez geral de recursos.

O fragmento florestal (T6) apresentou um padrão de floração típico das florestas tropicais estacionais, com dois picos ao longo do ano (CROAT, 1969;

MONASTERIO; SARMIENTO, 1976; MATTHES, 1980; FONSECA, 1988). Além deste padrão, a atividade fenológica dos indivíduos é muito menor do que nos tratamentos de restauração. Esta baixa intensidade encontrada no fragmento florestal é padrão para florestas tropicais e corrobora com outros estudos realizados (LIMA, 2008; MEDEIROS et al, 2007; ENGEL; MARTINS, 2005; TALORA; MORELLATO 2000). A atividade maior nos indivíduos da área em restauração pode estar relacionada à menor competitividade e maior disponibilidade de radiação solar (BURGESS, 2006) resultante da menor intensidade dos indivíduos.

A presença de flores durante o todo o ano pode ser importante para a atração de polinizadores, que contribuem para restabelecer os ciclos encontrados em ecossistemas florestais. A diversidade de flores presentes simultaneamente é relevante para que sejam atraídos diferentes grupos polinizadores, tornando os ciclos naturais mais complexos e resistentes. Por outro lado, a falta dos animais que realizam a polinização ou das plantas a serem polinizadas pode levar à diminuição das populações ou mesmo a extinção (REIS; KAGEYAMA, 2008). A partir do momento em que exista oferta de flores para diferentes grupos de polinizadores e durante todo o ano a chance que os polinizadores se estabeleçam nesta área fica maior, aumentando assim a teia de relações no ecossistema (REIS; KAGEYAMA, 2008).

Por outro lado, Williams e Adam (1999) afirmam que muitas plantas das florestas tropicais podem ser polinizadas por grande gama de taxa de animais, podendo-se assumir que a falta de polinizadores específicos não é, geralmente, fator limitante no recrutamento em locais de reflorestamento, exceto talvez para uma minoria das plantas de estágio sucessional mais avançado que, normalmente apresentam síndromes de polinização especializadas. Pode-se, no entanto, afirmar que o sucesso da polinização irá variar de acordo com qualidade do habitat e a proximidade a uma floresta conservada.

Em alguns casos o plantio de pioneiras e espécies de clareiras, que são adaptadas à perturbação, tem sido também considerado para atrair polinizadores generalistas, os quais são tolerantes ao processo de fragmentação (KANOWSKI et al, 2003).

Ainda que a polinização desempenhe papel importante na dinâmica da floresta, as consequências da falta dessa interação podem não ser observadas rapidamente.

A falta de polinizadores pode somente ser detectada pela ausência de sementes em espécies de fecundação cruzada, ou pela baixa produção de frutos ou ainda por aumento de endogamia (KANOWSKI et al, 2003).

5.1.2 Frutificação

Durante o período mais seco e frio houve menor intensidade de frutificação. Em todos os tratamentos o aumento da frutificação esteve associado ao período chuvoso e quente. No T2 o aumento foi antes do período chuvoso, no T1 ocorreu durante todo o período e nos tratamentos 3, 4, 5 e 6 após as chuvas.

A maior intensidade de frutificação ao que parece está associado à maior disponibilidade de chuvas e também maiores temperaturas, que são situações ideais para este momento que despende mais energia na planta (RAGUSA-NETTO; FECCHIO, 2006). Novamente a atividade maior nos indivíduos da área em restauração pode estar relacionada à menor competição e maior disponibilidade de radiação solar (BURGESS, 2006).

Semelhante ao padrão encontrado em floração, a frutificação também apresenta um índice de atividade muito menor no fragmento florestal que os encontrados nos tratamento de restauração. O tratamento que mais se assemelhou ao fragmento florestal foi o T5, provavelmente devido a sua maior riqueza, com 32 espécies.

Em um estudo realizado neste mesmo experimento de restauração, Rosa (2003) encontrou 94 espécies de aves pertencentes a 21 famílias, sendo que destas espécies 43 são frugívoras. O estudo apontou também que este local atua como uma ilha de vegetação por apresentar espécies vegetais em densidade superior à encontrada no fragmento, disponibilizando uma grande quantidade de frutos em determinados períodos do ano, e atraindo muitas aves para se alimentar.

A oferta de frutos ao longo de todo o ano é importante para restabelecer as interações planta animal, porém a oferta ao longo do ano não supre os requisitos da fauna que necessita também que haja diversidade entre os tipos de frutos ofertados. A oferta de frutos deve suprir diversos grupos dispersores, necessário para manter o mutualismo entre

plantas e dispersores (PERES, 2000; FENNER, 1998; FIGLIOLIA; KAGEYAMA, 1995; HOWE, 1984; SNOW 1965). Não obstante, por diversas razões, inclusive pela falta de interações animal-planta, é possível que as florestas restauradas só atinjam uma fração da riqueza de uma floresta conservada.

A dispersão contribui para aumentar a diversidade da floresta através de fontes externas de frutos (SOUZA; BATISTA, 2004; SILVA, 2008), que são carregadas por animais frugívoros para essas áreas. Existindo no ambiente a oferta de frutos que atinjam diferentes grupos faunísticos ao longo do ano aumenta-se a chance que a fauna passe de visitante ocasional a residente daquela área. Alcançando esta condição a fauna tende a se estabelecer próximo ao alimento, aumentando a complexidade das relações ecológicas e os ciclos naturais (REIS; KAGEYAMA, 2008).

No levantamento da mastofauna realizado no fragmento florestal (CAES, 2003) foram observadas as espécies: *Dasyprocta azarae* (Frugívoro-herbivoro), *Eira Barbara* (Frugívoro-onívoro), Pequeno felídeo não identificado (Carnívoro), *Cerdocyon thous* (Insetívoro-onívoro), *Procyon cancrivorus* (Frugívoro-onívoro), *Mazama sp* (Frugívoro-herbivoro), *Leopardus pardalis* (Carnívoro), *Nasua nasua* (Frugívoro-onívoro), *Cabassous* sp. (Myrmecófago), *Cebus apella* (Frugívoro-onívoro). Na área em processo de restauração foram observados apenas *Dasyprocta azarae* (Frugívoro-herbivoro), *Eira Barbara* (Frugívoro-onívoro), Pequeno felídeo não identificado (Carnívoro), *Cerdocyon thous* (Insetívoro-onívoro), *Mazama sp* (Frugívoro-herbivoro), *Dasypus novemcinctus* (Insetívoro-onívoro).

Muito se ressalta a importância das interações entre os animais e as plantas, mas vale lembrar a importância do equilíbrio desta relação. Os animais podem gerar impactos positivos ou negativos em ecossistemas em processo de restauração.

A dispersão e predação de sementes, a herbivoria de plântulas, além de muitos outros processos importantes na dinâmica florestal, incluindo a polinização, são em grande parte mediada por animais (WRIGHT, 2002; THEIMER; GEHRING, 1999; BAWA, 1990). Por estes motivos devemos conhecer as funções das interações animais-plantas em florestas restauradas para auxiliar os profissionais a enfrentar o desafio da restauração ecológica.

A atividade e comportamento da fauna podem ser responsáveis pela predominância e distribuição de algumas espécies vegetais nesses locais (ROSA, 2003). A partir do momento que uma área foi revegetada, os animais passam a desempenhar um papel importante em determinar o tempo necessário para que a área recomposta desenvolva-se para a condição de floresta conservada. Vários grupos de animais estão envolvidos neste resultado. Além disso, os efeitos dos animais sobre a dinâmica de florestas restauradas podem variar consideravelmente entre os locais, considerando que a fauna varia com a composição do ambiente, a proximidade à floresta conservada, a composição da paisagem ao redor e o tempo de estabelecimento (CATTERALL et al, 2004).

Atualmente dispomos de pouco conhecimento sobre a influência de diferentes modelos de restauração sobre as interações entre animais e plantas, ou de como a matriz influencia nesta interação. Um maior conhecimento da interação animal-planta poderia auxiliar na elaboração e gestão de projetos de restauração.

5.1.3 Brotação

As maiores intensidades de brotação em todos os tratamentos de restauração ocorreram no período chuvoso e nos meses próximos, época essa que apresenta as maiores temperaturas durante o ano. No período seco e frio e nos meses próximos houve as menores intensidades de brotação. Já no fragmento florestal, a maior intensidade de brotação ocorreu no fim da estação seca e a menor no início do período seco e no mês anterior. Neste caso, a brotação parece estar associada ao período de queda de folhas, devido ao caráter semidecíduo da vegetação.

A oferta de folhas novas é importante para equilibrar o ecossistema, considerando a importância deste recurso para os insetos e demais herbívoros. Segundo Aide (1988) as folhas formadas no período de maior brotação das espécies tendem a sofrer menos ataques que folhas produzidas em outros períodos.

A brotação e queda de folhas contribuem para a ciclagem de nutrientes nos ecossistemas ajudando no equilíbrio que se almeja com a restauração (BASSET, 1991;

AIDE, 1988), sendo este mais um motivo para buscarmos um planejamento que contemple a existência de espécies com brotação em diferentes períodos do ano.

5.1.4 Queda de folhas

A maior intensidade de queda de folhas está ligada ao declínio da temperatura e escassez de chuvas em junho, julho e agosto de 2009. A perda de folhas na estação seca afeta os padrões inter e intra-anuais do balanço de carbono, água e energia em florestas estacionais, e é afetada pela precipitação, temperatura e radiação solar (BOHLMAN, 2010).

A intensidade de queda foliar foi a fenofase onde se observaram as maiores semelhanças entre os tratamentos e o fragmento florestal. O ano de 2009 teve um inverno atipicamente chuvoso, mas mesmo assim o padrão anual de queda de folhas foi mantido. Luizão (1989) e Souza (2004) afirmam que a dinâmica da serrapilheira na floresta tropical é sazonal com maior queda na estação seca.

Rodrigues e Leitão Filho (2001) relatam em seus trabalhos que a fração foliar é o componente principal de toda a serrapilheira produzida.

As florestas tropicais em geral apresentam produção contínua de serrapilheira no decorrer do ano, sendo que a quantidade produzida nas diferentes épocas depende do tipo de vegetação considerada (RODRIGUES; LEITÃO-FILHO, 2001).

De modo geral a queda foliar, gerando uma ciclagem de nutrientes, esta entre os primeiros processos ecológicos que se almeja com a restauração visto que é menos complexo de alcançar e contribui para estabelecer o equilíbrio facilitando o posterior manejo adaptativo para a condução do ambiente ao estabelecimento final.

5.2 Síndromes de polinização, dispersão e estratégias de mudança foliar.

Nas florestas tropicais a melitofilia tem sido o sistema de polinização predominante, assim como nos T2, T3, T4, T5 e T6, o que também foi observado no fragmento do Sítio São Francisco e na mata de Santa Genebra (MORELLATO, 1995). Yamamoto (2007) encontrou 46,9% de polinização melitófila nos diferentes estratos, desde a borda até o interior da mata. As abelhas sociais são polinizadores versáteis e viajam a grandes distâncias, obtendo recursos para si e para as demais abelhas em plantas com diferentes atributos florais (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1976).

Espécies das regiões tropicais podem apresentar mais de uma síndrome de polinização, e a interação planta-polinizador é uma relação flexível (PROCTOR et al. 1996). Flores, mesmo quando especializadas, polinizadas por abelhas podem também ser polinizadas por mariposas e borboletas e mesmo as plantas ornitófilas também podem ser polinizadas por abelhas e vice-versa. Tanto na anemofilia como na entomofilia, que apresentam diferentes adaptações florais, a polinização pode apresentar variações em alguns grupos de plantas (PROCTOR et al. 1996). Em *Piper*, Figueiredo e Sazima (2004) mostraram a existência de ambofilia, com espécies podendo ser polinizadas por diferentes tipos de insetos (Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera e Coleoptera) e também pelo vento, o que poderia ser uma compensação a possível deficiência sazonal de insetos polinizadores.

Uma abordagem usando síndromes de polinização em estudos ecológicos representa uma maneira eficiente de levantar dados e eleger possíveis padrões e processos (VAN DER PIJL 1982). Entretanto, recentemente, o conceito de síndrome de polinização tem sido criticado por autores como Mayfield et al. (2001), que observaram que muitas flores são visitadas por numerosas espécies de polinizadores generalistas.

Segundo Janzen (1967) as espécies que florescem na estação seca têm como vantagem não estarem sujeitas a chuvas fortes que poderiam danificar as flores e ou diluir seu néctar, melhor visualização das flores pelos polinizadores em decorrência da queda de folhas mais acentuada nessa época e favorecimento da ação dos polinizadores numa época de escassez geral de recursos.

Apesar de existir maior intensidade de algumas síndromes na área restaurada, isso ocorre de forma momentânea e somente em alguns períodos. Neste caso,

alguns grupos de polinizadores podem somente visitar esse locais de forma esporádica, deixando de contribuir para aumentar a diversidade genética dessas áreas (KANOWSKI et al, 2003).

Nas florestas tropicais a síndromes de dispersão mais frequente é a zoocoria, seguida da anemocoria e da autocoria, ocorrendo principalmente em árvores e arbustos (HOWE; SMALLWOOD, 1982; ORTEGA, 1986; MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1991). Morellato e Leitão Filho (1992) encontraram diferenças entre as síndromes de dispersão predominantes em cada estrato de fragmentos da Floresta Estacional Semidecidual. Síndromes anemocóricas têm sido encontradas em áreas de vegetação mais aberta e nas margens das matas. Também a autocoria seria mais vantajosa em locais abertos.

Exceto o T4, os demais tratamentos apresentaram índices de dispersão semelhantes às encontradas por Spina et al. (2001) sendo a dispersão zoocórica a predominante. Na mata de Santa Genebra, Morellato (1995) encontrou uma porcentagem menor de zoocoria e maior porcentagem de anemocoria semelhante ao observado no T4. Negrelle (2002) obteve 89,6% de zoocoria e baixos valores para anemocoria e autocoria na Reserva Volta Velha, mostrando que existe um padrão diferente entre um fragmento de floresta ombrofila densa e de floresta estacional semidecidual.

Muitos estudos afirmam que as espécies zoocóricas predominam nos estratos inferiores (MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1992), porém Yamamoto (2007) observou o predomínio da zoocoria em todos os estratos no interior da mata, inclusive no dossel. Yamamoto (2007) afirma que espécies anemocóricas e autocóricas têm maiores chances de ocupar ambientes mais abertos. Outros diferentes autores têm relacionado a anemocoria e a autocoria com vegetação mais aberta (GRIZ; MACHADO, 2001. HOWE; SMALLWOOD, 1982. OPLER et al., 1980).

A porcentagem de diásporos zoocóricos polispérmicos tende a reduzir do estrato inferior para o superior. Ao contrário, a frequência dos diásporos zoocóricos monospérmicos, anemocóricos e autocóricos tende a aumentar neste mesmo sentido (YAMAMOTO, 2007).

A produção de frutos pode ocasionar uma mudança no comportamento de diversas espécies de aves devido a uma pressão seletiva (FRENCH, 1992). As interações

envolvendo animais e plantas são bastante relevantes para a sobrevivência das espécies envolvidas independente de qual deles e o responsável pela direção das adaptações.

O número de espécies plantadas ou o grupo ecológico a que pertencem são relevantes em um projeto de restauração ecológica, porém este objetivo não tem função se não considerarmos características das interações e relações delas com o ambiente ao redor. As espécies não devem apenas ser plantadas, mas também inseridas na dinâmica florestal, com suas relações, interações e contribuições. Além disso, os projetos devem contemplar também estudos sobre a fauna. Seria importante a criação de um protocolo de monitoramento universal para áreas em processo de restauração, facilitando assim a comparação dos resultados obtidos em cada tipo de projeto.

Vários autores têm observado a frutificação de espécies zoocóricas na estação chuvosa e de espécies autocóricas e anemocóricas na estação seca, como Morellato et al. (1989) em floresta estacional semidecidual no estado de São Paulo. A frutificação de maior número de espécies zoocóricas no período mais úmido do ano favoreceria a duração e a atratividade dos frutos, aumentando as chances de dispersão (MANTOVANI; MARTINS, 1988; BATALHA; MARTINS, 2004).

A estratégia de mudança foliar predominante foi a brevidecídua. Esta é uma característica de florestas estacionais semideciduais, onde parte das espécies do dossel perdem suas folhas (20% a 50%) na estação seca (IBGE, 1992). Esse resultado mostra que o padrão de mudança foliar nos tratamentos de restauração esta próximo ao da referência, porém deve ser visto com cautela, pois esta característica não deve ser considerada como critério de monitoramento único.

5.3 Análise da área em restauração e o fragmento florestal

O padrão encontrado para floração, nas duas áreas, apresentando duas épocas de maiores intensidades, coincidem com outros trabalhos realizados (MONASTERIO; SARMIENTO, 1976; MATTHES, 1980; FONSECA, 1988)

Em anos com condições meteorológicas extremas ou em caso de rápida mudança no clima a dependência apenas no fotoperíodo para regular os padrões fenológicos

de uma espécie poderia torná-la menos eficiente no ecossistema por isso a resposta ao fotoperíodo é muitas vezes substituída ou modificada pela temperatura do ar pelo menos em climas temperados (AUSIN 2005; WILEZEK, 2009). A temperatura influencia os processos bioquímicos e por consequência a fenologia (GILLOOLY, 2002).

Nos trópicos e nos ambientes áridos é mais provável que a variação na precipitação determine os padrões fenológicos. Em diferentes tipos de florestas tropicais a chuva ou a seca podem induzir a floração (MEDWAY, 1972; VAN SCHAIK, 1993; BREARLEY, 2007).

Em regiões com marcada sazonalidade climática, as florestas tropicais apresentam padrões fenológicos também sazonais, sendo que ao menos a produção de flores, frutos e a queda de folha se ajustam à variação da temperatura e precipitação (STEVENSOS et al, 2008; RUBIM, 2010).

Para prosperar em um ambiente heterogêneo, uma população necessita ser composta de indivíduos adaptados às condições médias, às que predominam e às diferentes (LEVINS, 1968). O conceito original de estratégias adaptativas pressupõe que as diferenças nos fenótipos que acontecem entre os membros de uma mesma população sejam oriundas de bases genéticas. Todavia nas plantas o grau de plasticidade fenotípica em geral é muito grande e pode se expressar por mudanças no número, tamanho, morfologia, tipo e localização de várias unidades estruturais (LEVINS, 1968).

A frutificação em florestas tropicas regidas por fatores climáticos sazonais tende a ocorrer na estação seca (FRANKIE et al, 1974; MONASTERIO; SARNIENTO, 1976; CHAPMAN, et al, 1999) ou durante a estação chuvosa (WHITE, 1994; FUNCH et al, 2002).

Corlett e Lafrankie (1988) chegaram à conclusão que em regiões tropicais onde a estação seca é severa o suficiente as plantas podem estrategicamente não investir nem em reprodução e nem em crescimento na época de baixas temperaturas e precipitação como mecanismo de resposta a forte à variação anual na disponibilidade de água no solo.

Estudos mostraram que a queda de folhas em regiões com alternância de períodos úmido-quentes e seco-frios ocorre principalmente durante a estação mais seca do ano (LEIGH; WINDSOR, 1982; MORELLATO et al, 1989; BORCHERT et al, 2002).

Essa comparação entre intensidade e atividade mostra os indivíduos da área restaurada expressando com maior intensidade as fenofases, possivelmente pela menor competitividade entre as espécies desta área e também pela maior disponibilidade de radiação solar (BURGESS, 2006).

Na Mata Atlântica ainda existem poucos estudos realizados no nível de comunidade (PEREIRA et al., 2008; ENGEL; MARTINS 2005; MORELLATO et al., 2000, TALORA; MORELLATO, 2000), porém esses estudos afirmaram que os eventos fenológicos são sazonais e respondem a alterações climáticas.

Apesar da baixa intensidade observada nas fenofases floração e frutificação, esses valores são próximos aos encontrados em outros estudos que avaliaram intensidade de fenofase e índice de atividade em florestas atlânticas (LIMA, 2008; MEDEIROS et al., 2007; ENGEL; MARTINS, 2005; TALORA; MORELLATO 2000).

Morellato e Leitão-Filho (1996) em um estudo realizado comparando a floração e frutificação de árvores com lianas constataram que as lianas apresentavam um padrão fenológico que complementava o padrão fenológico das árvores em uma floresta estacional semidecidual no sudeste do Brasil.

5.4 Análise dos padrões fenológicos de espécies comuns entre a área em restauração e o fragmento florestal

As espécies em comum (*Croton floribundus, Schizolobium parahyba e Casearia sylvestres)* na área em restauração e no fragmento florestal apresentaram padrões fenológicos próximos, apesar da variação observada nas intensidades das fenofases.

Em estudo realizado por Bencke e Morellato (2002) em três tipos de floresta atlântica no sudeste de São Paulo comparando nove espécies, sete (78%) conservaram o mesmo ritmo de floração nas áreas consideradas, com deslocamento do evento de apenas um ou dois meses de um ano para o outro.

Heideman (1989) observou diferenças significativas na produção de flores e frutos associada às variações florísticas e/ou edáficas entre áreas próximas. Mesmo com a proximidade entre as áreas analisadas neste estudo, elas são diferentes em vários aspectos e apresentam características próprias que podem interferir no comportamento

fenológico das plantas. A altura do dossel e a estratificação, por exemplo, influenciam na quantidade de energia radiante que atinge as folhas do sub-bosque. Wright e van Schaik (1994) afirmam que a intensidade de luz no interior da floresta reduz-se exponencialmente à medida que atravessa os estratos em direção ao solo.

5.5 Análise do Índice de Sazonalidade

Segundo Longman e Jenik (1987), índices de sazonalidade superiores a 2 demonstram a existência de uma padrão sazonal para as fenofases analisadas. Quando analisamos a alta sazonalidade encontrada para floração no T2, ela pode também ser explicada pela baixa riqueza de espécies neste tratamento (apenas oito espécies), sendo que grande parte destas espécies floresceram simultaneamente. O tratamento mais semelhante ao fragmento florestal foi o T5, que continha 32 espécies.

A sazonalidade do T3 e do T4 foi muito semelhante, porém novamente o tratamento com a sazonalidade mais próxima padrão encontrado no fragmento florestal foi o 5. A frutificação tende a não ser tão sazonal quanto à floração em florestas tropicais.

A sazonalidade da brotação foi maior no T1, que se tornou mais intensa após o período seco, seguido da diminuição na produção de flores pelas espécies desse tratamento. O T1 está sujeito à maior radiação solar, o que possivelmente estimula a brotação após o estresse hídrico (BURGESS, 2006).

A queda no T2 foi bastante sazonal, sendo possivelmente causada pela composição de espécies desta área, que em determinada época do ano perde grande parte de suas folhas. Algumas espécies ficam por vezes totalmente desfolhadas como *Alchornea glandulosa, Croton floribundus, Schizolobium parahyba* e *Enterolobium contortisiliquum.*

Ao compararmos a sazonalidade do fragmento florestal e da comunidade da área restaurada, vemos que exceto pela frutificação que foi mais sazonal na área em restauração, as demais fenofases foram mais sazonais no fragmento florestal.

6. CONCLUSÕES

A análise dos padrões fenológicos nos tratamentos mostrou que mesmo após mais de uma década de plantio eles ainda diferem de um fragmento florestal de referência. Porém em sistemas com maior riqueza de espécies esses padrões se aproximam mais da referência, como ocorreu no T5.

Ambientes em restauração com riqueza e composição de espécies diferentes apresentam padrões fenológicos distintos. Projetos de restauração devem contemplar diferentes grupos de plantas de modo estruturar uma comunidade cujos processos mais se assemelhem às comunidades naturais.

Espécies utilizadas em projetos de restauração apresentaram padrões fenológicos diferentes àqueles das mesmas espécies quando em fragmentos florestais nativos. As implicações dessas mudanças para as trajetórias sucessionais devem ser ainda melhor investigadas. A fenologia poder ser usada com indicadora de trajetória sucessional em áreas restauradas.

Os índices de atividade podem ser utilizados principalmente em monitoramento de projetos de restauração em grande escala pela maior facilidade de aplicação, menor tempo na coleta de dados e não exige treinamento por parte do coletor dos dados. Este método pode ser usado em nível populacional para determinar sincronismo de determinada espécie. Ao contrario a intensidade de fenofase fornece dados mais preciso sobre

o comportamento de cada individuo da espécie e também em qual momento os indivíduos estavam no momento de máxima expressão, alem disso com a coleta de dados semiquantitativos é possível calcular os índices de atividade de espécies e também de indivíduos.

O índice de atividade e a intensidade de fenofase expressam dados diferentes, mas complementares. Sempre que possível seria interessante a obtenção de ambos.

7. REFERÊNCIAS

AIDE, T. M. Herbivory as a selective agent on the timing of leaf production in a tropical undesrstory community. **Nature,** London, v. 336, p. 574-575, 1988.

AIDE, T. M. Dry season leaf production: an escape from herbivory. **Biotropica,** Washington, DC, v. 24, n. 4, p. 532-537, 1992.

ALENCAR, J. C.; ALMEIDA, R. A.; FERNANDES, N. P. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 9, n. 1, p. 163-198, 1979.

ANSARI, A. A. Phenological aspects of Madhasulia Forest, Gorakhpur. **Indian Forester,** Dehra Dun, v. 4, p. 250-257, 1989.

AUSIN, I.; ALONSO-BLANCO, C.; MARTINEZ-ZAPATER, M. Environmental regulation of flowering. **International Journal of Developmental Biology,** Bilbao, v. 49, p. 689-705, 2005.

BASSET, Y. Leaf production of an overstorey rainforest tree and its effects on the temporal distribution of associated insect herbivores. **Oecologia,** Berlin, v. 88, p. 211-219, 1991.

BATALHA, M. A.; MARTINS, M. R. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park (Central Brazil). **Australian Journal Botanical**, Melbourne, n. 2, p. 149-161, 2004.

BAWA, K. S. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. **Annual Review of Ecology and Systematics,** Palo Alto, v. 21, p. 399-422, 1990.

BAWA, K. S.; WEBB, C. J. Flower, fruit and seed abortion in tropical forest trees: implications for the evolution of paternal and maternal reproductive patterns. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 71, n. 5, p. 736-751, 1984.

BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Estudo comparativo de nove espécies arbóreas em três tipos de Floresta Atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 237-248, 2002.

BENTHAM, H et al. Habitat classification and the soil restoration assessment using analysis of soil microbiological and physicochemical characteristic. **Journal of Applied Ecology,** Oxford, v. 29, p. 711-718, 1992.

BOHLMAM, S. A. Landscape patterns and environmental controls of deciduousness in forests of central Panama. **Global Ecology and Biogeography**, Oxford, v. 19, n. 3, p. 376-385, 2010.

BOINSKI, S.; FOWLER, N. L. Seasonal patterns in a tropical lowland forest. **Biotropica,** Washington, DC, v. 32, n. 1, p. 90-99, 2000.

BOOJH, R.; RAMAKRISSHNAN, P. S. Phenology of trees in a subtropical evergreen montane forest in northeast India. **Geo-Eco-Trop**, Brussels, v. 5, n. 3, p. 189-209, 1981.

BORCHERT, R.; RIVERA, G.; HAGNAUER, W. Modification of vegetative phenology in a tropical semi-deciduous forest by abnormal drought and rain. **Biotropica,** Washington, DC, v. 34, p. 27-39, 2002.

BREARLEY, F. Q. et al. Reproductive phenology over a 10-year period in a lowland evergreen rain forest of central Borneo. **The Journal of Ecology,** Oxford, v. 95, p. 828-839, 2007.

BULLOCK, S. H.; SOLIS-MAGALLANES, J. A. Phenology of canopy tree of a tropical deciduous forest in Mexico. **Biotropica,** Washington, DC, v. 22, n. 1, p. 22-35, 1990.

BURGESS, V. J. et al. Positive effects of forest edges on plant reproduction: literature review and a case study of bee visitation to flowers of *Peraxilla tetrapetala* (Loranthaceae). **New Zealand Journal of Ecology,** Christchurch, v. 30, p. 179-190, 2006.

CAES, B. R. M. **Mastofauna terrestre associada a áreas em processo de restauração na Fazenda Experimental Edgárdia, Botucatu – SP.** 2009. 71 f.
Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

CAMACHO, M.; OROZCO, L. Patrones fenológicos de doce espécies arbóreas del bosque montano de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. **Revista de Biologia Tropical**, San Jose, v. 46, n. 3, p. 533-542, 1998.

CANEDO, S. C. et al. Síndromes de dispersão em mata de galeria no Parque Municipal do Mocambo, em Patos de Minas - MG. **Revista do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão do UNIPAM,** Patos de Minas, v. 6, p. 17-25, 2009.

CARABIAS-LILLO, J.; GUEVARA-SADA, S. Fenoligia em uma selva tropical humeda y em uma comunidad derivada; Los Tuxtlas, Veracruz. In: GOMEZ-POMPA, A.; del AMO-RODRIGUEZ, S. (eds.). **Investigaciones sobre la regeneracion de selvas altas em Veracruz. México: Tomo II.** Veracruz: Editorial Alhambra Mexicana, 1985. p. 27-66.

CARVALHO, W. A.; PANOSO, L. A.; MORAES, M. H. Levantamento semi-detalhado dos solos da Fazenda Experimental Edgardia - Município de Botucatu- SP. **Boletim Científico FEPAF**, Botucatu, n. 2, p. 1- 467, 1991.

CASSOLA, H. **Aspectos da estrutura fitossociológica e silvigenética em fragmentos de floresta estacional semidecídua com diferentes histórias de perturbação em Botucatu, SP.** 2008. 85 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

CATTERALL, C. P. Quantifying the biodiversity values of reforestation: perspectives, design issues and outcomes in Australian rainforest landscapes. In: LUNNEY, D. (Ed.).

Conservation of Australia's Forest Fauna. Mosman: Royal Zoological Society of New South Wales, 2004. v.2, p. 359-393.

CHAMBERS, J. C. Seed movements and seedling fates in disturbed sagebrush steppe ecosystems: implication for restoration. **Ecological Applications**, Tempe, v. 10, n. 5, p. 1400-1413, 2000.

CHAPMAN, C. A. et al. Fruit and flower phenology at two sites in Kibale National Park, Uganda. **Journal of Tropical Ecology,** Cambridge, v. 15, p. 189-211, 1999.

CLELAND, E. E. et al. Diverse responses of phenology to global changes in a grassland ecosystem. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Biological sciences,** Washington, DC, v. 13 p. 740-744, 2006.

CORLETT, R.; LAFRANKIE, J. V. Potential impacts of climate change on tropical forest through an influence on phenology. **Climatic Change**, Dordrecht, v. 39, p. 439-453, 1988.

COSTA, M. L. M. N.; PEREIRA, T. S.; ANDRADE, A. C. S. Fenologia de algumas espécies da Mata Atlântica. Reserva Ecológica da Macaé de Cima (estudo preliminar). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, p. 226-232, 1992.

CROAT, T. B. Seasonal flowering behavior in Central Panama. **Annual Missouri Botanical Garden**, St. Louis, v. 56, p. 295-307, 1969.

DAUBENMIRE, R. Phenology and other characteristics of tropical semideciduous forest in north-western Costa Rica. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 60, p. 147-170, 1972.

DAVIS, M. A.; SLOBODKIN, L. B. The science and values of restoration ecology. **Restoration Ecology**, Malden, v. 12, n. 1, p. 1-3, 2004.

DEVELEY, P. F.; PERES, C.A. Resource seasonality and the structure of mixed species bird flocks in a coastal Atlantic forest of southeastern Brazil. **Journal Tropical Ecology,** Cambridge, v. 16, p. 33-53, 2000.

DOLIGEZ, A.; JOLY, H. Genetic diversity and spatial structure whithin a natural stand of a tropical Forest tree species, *Carapa procera* (Meliaceae) in French Guyana. **Heredity,** London, v. 79, p. 72-82, 1997.

ENGEL, V. L.; MARTINS, F. R. Reproductive phenology of Atlantic Forest tree species in Brazil: an eleven-year study. **Tropical Ecology,** Varanasi, v. 16, n. 1, p. 1-16, 2005.

ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. A. Definindo restauração ecológica: tendências e perspectivas atuais. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. (Coord.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: Fepaf, 2008. p. 1-17.

FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. 3.Ed. Oxford: Pergamon Press, 1979. 242 p.

FENNER, M., The phenology of growth and reproduction in plants. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, Jena, v. 1, n. 1, p. 78-91, 1998.

FERRAZ, D. K. et al. Fenologia de árvores em um fragmento de mata em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio De Janeiro, v. 59, n. 2, p. 305-317, 1999.

FIGLIOLIA, M. B.; KAGEYAMA, P. Y. Dispersão de sementes de *Inga uruguensis* Hook. et Arn. em floresta ripária do rio Mogi Guaçu, município de Mogi Guaçu - SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, n. 7, p. 65-80, 1995.

FIGUEIREDO, R. A.; SAZIMA, M. Pollination ecology and resource partitioning in neotropical *Piper*. In: DYER, L.A.; PALMER, A. D. N. (eds.). **Piper**: a model Genus for studies of phytochemistry, ecologyand evolution. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2004. p. 33-57.

FLEMING, T. H. Do tropical frugivores compete for food? **American Zoologist,** Thousand Oaks, v. 19, p. 1157-1172, 1979.

FONSECA, R. C. B. **Fenologia e estrutura de uma floresta semidecídua em Botucatu, SP: relação com as fases de desenvolvimento sucessional.** 1998. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

FONSECA, R. C. B. **Espécies-chave em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual.** 2005. 69 f. Tese (Doutorado em Ecologia)-Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árbores. **Turrialba**, San Jose, v. 24, n. 4, p. 422-423, 1974.

FOURNIER, L. A. El dendrofenograma, una representación gráfica del comportamiento de los árbores. **Turrialba**, San Jose, v. 26, n. 1, p. 96-97, 1976.

FOURNIER, L. A.; CHARPANTIER, C. El tamaño de la muestra y la frequencia e las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. **Turrialba**, San Jose, v. 25, n. 1, p. 45-48, 1975.

FRANKIE, G. N.; BAKER, H.; OPLER, P. A. Comparative phonological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 62, p. 881-913, 1974.

FRENCH, K. Phenology of fleshy fruits in a wet sclerophyle forest in southeastern Australia: are birds an important influence? **Oecologia,** Berlin, v. 90, n. 366-373, 1992.

FRENEDOZO, R. C. Plant reproductive phenology and dispersal patterns after natural regeneration in a limestone mining spoil banks. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, n. 2, p. 261-271, 2004.

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

GALETTI, M.; PEDRONI, F. Seasonal diet of capuchin monkeys (*Cebus apella*) in a semideciduous forest in south-east Brazil. **Journal Tropical Ecology,** Cambridge, v. 10, p. 27-39, 1994.

GILLOOLY, J. F. et al. Effects of size and temperature on developmental time. **Nature,** London, v. 417, p. 70-73, 2002.

GRESSLER, E.; PIZO, M. A.; MORELLATO, L. P. C. Polinização e dispersão de sementes em *Myrtaceae* do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica,** São Paulo, v. 29, n. 4, p. 509-530, 2006.

GRIZ, L. M. S.; MACHADO, I. C. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast Brazil. **Journal Tropical Ecology,** Cambridge, v. 17, p. 303-321, 2001.

HEIDEMAN, P. D. Temporal and spatial variation in the phenology of flowering and fruiting in a tropical rainforest. **Journal of Ecology,** Oxford, v. 77, p. 1059-1079, 1989.

HEITHAUS, E. R. The role of plant-pollinator interactions in determining community structure. **Annals Missouri Botanical Garden,** St. Louis, v. 61, p. 675-691, 1974.

HOWE, H. F. Implications of seed dispersal by animals for management of tropical reserves. **Biology Conservation,** Essex, v. 30, p. 261-281, 1984.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review Ecology Systematics,** Palo Alto, v. 13, p. 201-228, 1982.

IBARRA-MANRIQUEZ, G.; SANCHEZ-GARCIAS, B.; GONZALES-GARCIA, L. Fenologia de lianas y arboles anemocoros em uma selva cálido-humeda de Mexico. **Biotropica,** Washington, DC, v. 23, n. 3, p. 242-254, 1991.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1992. 92 p.

JACKSON, J. J. Seasonality of flowering and leaf-fall in a Brazilian subtropical lower montane moist Forest. **Biotropica,** Washington, DC, v. 10, n. 1, p. 38-42, 1978.

JANZEN, D. H. Seeding patterns of tropical trees. In: TOMMILINSON, P. B.; ZIMMERMANN, M. H. (eds.). **Tropical trees as living systems**. Cambridge: Cambridge University, 1976. p. 88-128.

JORGE, L. A. B.; SARTORI, M. S. Uso do solo e análise temporal da ocorrência de vegetação natural na Fazenda Experimental Edgardia, em Botucatu-SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 585-592, 2002.

KANOWSKI, J. et al. Animal-plant interactions in rainforest conservation and restoration. In: _____. **Workshop Proceedings of Cooperative Research Centre for Tropical Rainforest Ecology and Management.** Cairns: Cooperative Research
Centre for Tropical Rainforest Ecology and Management, 2003. 56p.

KARR, J. R. Ecological integrity and ecological health are not the same. In: SCHULZE, P. E. **Engineering with ecological constraints.** Washington, DC: National Academies Press, 1996. p. 97-110.

KNOWLES, O. H.; PARROTTA, J. A. Amazonian forest restoration: an innovative system for native species selection based on phenological data and field performance indices. **Commonwealth Forestry Review,** Oxford, v. 74, n. 3, p. 230-243, 1995.

KNOWLES, O. H.; PARROTA, J. A. Phenological observations and tree seed characteristics in an equatorial moits forest at Trombetas, Para State, Brazil. In*:* LIETH, H. SCHWARTZ, M. D. **Phenology in seasonal climates I**. Leiden: Backhuys Publishers, 1997. p. 67-84.

LEIGH JR., E. G.; WINDSOR, D. M. Forest production and regulation of primary consumers on Barro Colorado Island. In: LEIGH JR., E. G.; RAND, A. S.; WINDSOR, D. M. (eds.) **The ecology of a tropical forest:** seasonal rhythms and long-term changes. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1982. p. 111-122.

LEITÃO-FILHO, H. F. et al. **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão, SP.** São Paulo: EDUNESP/EDUNICAMP, 1993. 86 p.

LEVIN, D. A.; ANDERSON, W. W. Competition for pollination between simultaneously flowering species. **American Naturalist,** Chicago, v. 104, p. 455-467, 1970.

LEVINS, R. **Evolution in changing environments**. Princenton: Princeton University Press, 1968. 132 p.

LIETH, H. Purpose of a phenology book. In: LIETH, H. (Ed.). **Phenology and seasonality modeling.** Berlin: Springer, 1974, p. 3-19.

LONGMAN, K. A.; JENIK, J. Tree growth physiology. In: LONGMAN, K. A. (Ed.) **Tropical forest and its environment.** 2.Ed. Essex: Longman Scientific & Technical, 1987. p. 124-201.

LUIZÃO, F. J.; SCHUBART, H. O. R. Produção e decomposição de liteira em floresta de terra firme da Amazônia Central. **Acta Limnologica Brasiliensia,** São Carlos, v. 1, p. 575-600, 1986.

MAGALHÃES, L. M. S.; ALENCAR, J. C. Fenologia do pau-rosa (*Aniba duckei* Kostermans), Lauraceae, em floresta primária da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 9, n. 2, p. 227-232, 1979.

MANTOVANI, M. et al. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária a Floresta Atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 451-458, 2003.

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

MARQUIS, R. J. Phenological variation in the neotropical understory shrub *Piper arieianum*: causes and consequences. **Ecology**, Tempe, v. 69, n. 5, p. 1552-1565, 1988.

MATTHES, L. A. F. **Composição florística, estrutura e fenologia de uma floresta residual do Planalto Paulista:** Bosque dos Jequitibas (Campinas, SP). 1980. 209 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia)-Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1980.

MAYFIELD, M. M.; WASER, N.; PRICE, M. Exploring the most effective pollinator principle with comples flowers: bumblebees and *Ipomopsis aggregata.* **Annals of Botany,** London, v. 88, p. 591-596, 2001.

MEDWAY, L. Phenology of a tropical rain forest in Malaya. **Biological Journal of the Linnean Society,** London, v. 4, p. 117-146, 1972.

MONASTERIO, M.; SARMIENTO, G. Phenological strategies of plant species in the tropical savanna and the semi-deciduous Forest of the Venezuelan Llanos. **Journal of Biogegraphy**, Oxford, v. 3, p. 325-356, 1976.

MOONEY, H. A. et al. The study of physiological ecology of tropical plants - current status and needs. **BioScience,** Oxford, v. 30, p. 22-26, 1980.

MORELLATO, L. P. C. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no Sudeste do Brasil.** 1991. 176 f. Tese (Doutorado em Ecologia)-Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas 1991.

MORELLATO, L. P. C. As estações do ano na floresta. In: LEITÃO FILHO, H. F.; MORELLATO, L. P. C. (Orgs.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana:** Reserva de Santa Genebra. Campinas: UNICAMP, 1995. p. 187-192.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 50, n. 1, p. 163-173, 1990.

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

MORELLATO, L. P. C. et al. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de florestas de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 12, p. 85-98, 1989.

MORELLATO, L. P. C. et al. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 50, n. 1, p. 149-162, 1990.

MORELLATO, L. P. C. et al. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica,** Washington, DC, v. 32, p. 811-823, 2000.

MORI, S. A.; LISBOA, G.; KALLUNKI, J. A. Fenologia de uma mata hidrófila sub-bahiana. **Theobroma,** Itabuna, v. 12, p. 217-230, 1982.

MOSQUIN, T. Competition for pollinatiors as a stimulus for the evolution of flowering time. **Oikos,** Copenhagen, v. 22, p. 398-402, 1971.

NEWSTROM, L. E. et al. Diversity of long-term flowering patterns. In: MCDADE, L. A. et al. (Eds.). **La selva:** ecology and natural history of a neotropical rain forest. Chicago: University Chicago, 1994. p. 142-160.

NEWTON, P. N. The structure and phenology of a moist deciduous forest in the Central Indian Highlands. **Vegetatio,** The Hague, v. 75, p. 3-16, 1988.

OPLER, P. A.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. Comparative phonological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 68, p. 189-209, 1980.

ORTEGA, L. C. S. Études floristiques de divers stades secondaires des formations forestières du haut Parana (Paraguai Oriental). Floraison, frutificacion et dispersion des espèces forestières. **Candollea,** Geneve, v. 1, p. 121-144, 1986.

ORTEGA, V. R.; ENGEL, V. L. Conservação da biodiversidade em remanescentes de mata atlântica na região de Botucatu, SP. **Revista do Instituto Florestal,** São Paulo, v. 4, n. 3, p. 834-852, 1992.

PARROTA, J. A.; KNOWLES, O. H.; WUNDERLE JUNIOR, J. M. Development of floristic diversity in 10-year old restoration forest on bauxite mined site in Amazonia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 99, p. 21-42, 1997.

PEREIRA, T. S. et al. Fenologia de espécies arbóreas de floresta atlântica de reserva biológica de Poços das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 63, n. 2, p. 239-339, jun/dez, 2008.

PERES, C. A. Composition, density and fruiting phenology of arborescent palms in Amazonian terra firme forest. **Biotropica,** Washington, DC, v. 26, p. 285-294, 1994.

PIRES-O'BRIEN, M. J. Phenology of tropical trees from Jari, Lower Amazon I. Phenology of eight forest communities. **Boletim Museu Paraense Emilio Goeldi. Serie Botanica**, Belém, v. 9, n. 1, p. 67-92, 1993.

POOLE, R. W.; RATHCKE, B. J. Regularity, randomness, and aggregation in flowering phenologies. **Science,** Washington, DC, v. 203, n. 2, p. 470-471, 1979.

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

PROCTOR, M.; YEO, P. ; LACK, A. **The natural history of pollination.** London: Harper Collins Publishers. 1996. 487 p.

RAGUSA-NETTO, J.; FECCHIO, A. Plant food resources and the diet of a parrot community in a gallery forest of the southern Pantanal (Brazil). **Brazilian Journal of Biology,** São Carlos, v. 66, n. 4, 2006.

RATKCKE, B.; LACEY, E. P. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review Ecology System,** Palo Alto, v. 16, p. 179-214, 1985.

REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. (Coord.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: Fepaf, 2008. p. 91-110.

REYS, P. et al. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos em mata ciliar no Rio Formoso, Mato Grosso do Sul. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 5, n. 2, p. 1-10, 2005.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. **Matas ciliares:** conservação e recuperação. 2.Ed. São Paulo: Fapesp, 2001. 320 p.

ROSA, G. A. B. **Frugivoria e dispersão de sementes por aves em uma área de reflorestamento misto em Botucatu, SP.** 2003. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia)- Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

RUBIM, P.; NASCIMENTO, H. E. M.; MORELLATO, L. P. C. Variações interanuais na fenologia de uma comunidade arbórea de floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 24, p. 756-764, 2010.

SHERRY, R. A. et al. Divergence of reproductive phenology under climate warming. **Proceedings of the National Academy of Science**, Dublin, v. 104, p. 198-202, 2007.

SILVA, M. C. N. A.; RODAL, M. J. N. Padrões das síndromes de dispersão de plantas em áreas com diferentes graus de pluviosidade, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica,** Porto Alegre, v. 23, n. 4, p. 1040-1047, 2009.

SILVA, W. R. A importância das interações planta-animal nos processos de restauração. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. (Coord.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: Fepaf, 2008. p. 77-90.

SMYTHE, N. Relationships between fruiting seasons and seed dispersal methods in a neotropical forest. **American Naturalist**, Chicago, v. 104, p. 25-35, 1970.

SNOW, D. W. A possible selective factor in an evolution of fruiting seasons in a tropical forest. **Oikos,** Copenhagen, v. 15, p. 274-281, 1965.

SOUZA, F. M.; BATISTA, J. L. F. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management,** Amsterdam, v. 191, n. 1-3, p. 185-200, 2004.

SOUZA, J. S. **Dinâmica espacial e temporal do fluxo de CO2 do solo em floresta de terra firme na Amazônia central**. 2004. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia)-Instituto de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2004.

SPINA, A. P. **Composição florística de uma floresta de brejo na região de Campinas, e algumas considerações sobre os sistemas sexuais, a fenologia de floração e de frutificação e as síndromes de dispersão das espécies da comunidade**. 1997. 169 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia)-Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

STEPHENSON, A. G. Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. **Annual Review of Ecology and Systematics,** Palo Alto, v. 12, p. 253-279, 1981.

STEVENSON, P. R. et al. Flowering patterns in a seasonal tropical lowland forest in a western Amazonia. **Biotropica,** Washington, DC, v. 40, p. 559-567, 2008.

TALORA, D. C.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 13-26, 2000.

THEIMER, T. C.; GEHRING, C. A. Effects of a litter-disturbing bird species on treeseedling germination and survival in an Australian tropical rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, n. 15, p. 737-749, 1999.

THONE, F. Newsletter of the history of science society. **The Science News-Letter**, Washington, DC, n. 716, v. 26, p. 411, 1934.

TURKER, N. I. J.; MURPHY, T. M. The effects of ecological rehabilitation on vegetation recruitment: some observations from the wet tropics of North Queensland. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 99, p. 133-152, 1997.

VAN AARDE, R. J. et al. An evaluation of habitat rehabilitation on costal dune forest in northeem Kwazulu-Nati, South Africa. **Restoration Ecology,** Malden, v. 4, n. 4, p. 334-345, 1996.

VAN SCHAIK, C. P., TERBORGH, J.W., WRIGHT, S. J. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics,** Palo Alto, v. 24, p. 353–377, 1993.

VIEIRA, D. C. M.; GANDOLFI, S. Seed rain and natural regeneration under three woody species in a forest in process of restoration. **Revista Brasileira de Botânica,** São Paulo, v. 29, n. 4, out./dez. 2006.

VISSER, M. E. et al. Phenology, seasonal timing and circannual rhythms: towards a unified framework. **Philosophical Transaction Royal Society B**, London, v. 365, p. 3113-3127, 2010.

WASER, N. M. Competition for pollinator and floral character differences among sympatric plant species: a review of evidence. In: JONES, C.E.; LITTLE, R.J. (eds.). **Handbook of experimental pollination biology**. New York: Scientific and Academic Editions, 1983. p. 277-293.

WHITE, L. J. T. Patterns of fruit-fall phenology in the Lope-Reserve, Gabon. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 10, p. 289-312, 1994.

WILCZEK, A. M. et al. Genetic and physiological bases for phenological responses to current and predicted climates. **Philosophical Transaction Royal Society B**, London, v. 365, p. 3129–3147, 2010a.

WILCZEK, A. M. et. al. Effects of genetic perturbation on seasonal life history plasticity. **Science,** Washington, DC, v. 323, p. 930–934, 2010b.

WILLIAMS, G.; ADAM, P. Pollination ecology of Australian subtropical rainforests – implications for the conservation of remnant lowland communities. In: HORTON, S. (Ed.). **Rainforest remnants:** a decade of growth. Sydney: NSW N. P. W.S., 1999. p. 122-137.

WRIGHT, S. J. Seasonal drought and the phenology of understory of shrubs in a tropical moist forest. **Ecology**, Tempe, v. 72, n. 5, p. 1643-1657, 1991.

WRIGHT, S. J. Plant diversity in tropical forests: a review of mechanisms of species coexistence. **Oecologia**, Berlin, n. 130, p. 1-14, 2002.

WRIGHT, J. S.; CALDERON, O. Phylogenetic patterns among tropical flowering phonologies. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 83, p. 937-48, 1995.

WRIGHT, S. J.; VAN SCHAIK, C. P. Light and the phenology of tropical trees. **American Naturalist,** Chicago, v. 143, p. 192-199, 1994.

YAMAMOTO, L. F.; KINOSHITA, L. S.; MARTINS, F. R. Síndrome de polinização e dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasileira,** Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 553-573, 2007.

ZAMITH, L .R.; SCARANO, F. R. Produção de mudas de espécies das Restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 18, p. 161-176, 2004.

APÊNDICE

8. APÊNDICES

Apêndice 1. Espécies Utilizadas por Grupo Ecológico / Silvicultural.

Grupo*	Tratamento	Nome científico	Família	Nome comum
B	3,4,5	*Acacia polyphylla*	Fabaceae-Mimosoideae	monjoleiro
A	3,5	*Aegiphylla sellowiana*	Lamiaceae	tamanqueira
D	5	*Allophyllus edulis*	Sapindaceae	grão-de-galo
B	3,4	*Anadenanthera macrocarpa*	Fabaceae-Mimosoideae	angico-branco
C	3	*Aspidosperma cylindrocarpon*	Apocynaceae	peroba-poca
C	3, 5	*Aspidosperma polyneuron*	Apocynaceae	peroba-rosa
C	3, 5	*Aspidosperma ramiflorum*	Apocynaceae	guatambu
C	4,5	*Balfourodendron riedelianum*	Rutaceae	pau-marfim
D	3	*Bixa orellana*	Bixaceae	urucum
C	5	*Cariniana estrellensis*	Lecythidaceae	jequitibá-branco
C	4	*Cariniana legalis*	Lecythidaceae	jequitibá-vermelho
A	5	*Cecropia pachystachia*	Urticaceae	embaúba
C	3,4,5	*Cedrela fissilis*	Meliaceae	cedro
C	3,4,5	*Cedrela odorata*	Meliaceae	cedro-rosa
B	2,5	*Ceiba speciosa*	Malvaceae	paineira
C	5	*Centrolobium tomentosum*	Fabaceae-Faboideae	araribá-amarelo

Grupo*	Tratamento	Nome científico	Família	Nome comum
AB	5	*Citharexylum myrianthum*	Verbenaceae	pau-viola
C	3,4,5	*Copaifera langsdorfii*	Fabaceae-Caesalpinioideae	copaíba
D	5	*Cordia superba*	Boraginaceae	baba-de-boi
A	2,5	*Croton floribundus*	Euphorbiaceae	capixingui
C	4	*Dalbergia nigra*	Fabaceae-Faboideae	jacarandá-da-bahia
C	5	*Diatenopteryx sorbifolia*	Sapindaceae	maria-preta
C	5	*Dipteryx alata*	Fabaceae-Faboideae	cumbaru
B	2, 5	*Enterolobium contorstisiliquum*	Fabaceae-Mimosoideae	tamboril
D	5	*Esenbeckia febrifuga*	Rutaceae	chupa-ferro
C	3,4,5	*Esenbeckia leiocarpa*	Rutaceae	guarantã
D	5	*Eugenia pyriformis*	Myrtaceae	uvaia
D	5	*Eugenia uniflora*	Myrtaceae	pitanga
D	3,4,5	*Euterpe edulis*	Arecaceae	palmito-juçara
B	5	*Ficus sp.*	Moraceae	figueira-branca
A	5	*Gallesia integrifolia*	Phytolaccaceae	pau-d'alho
AB	5	*Genipa americana*	Rubiaceae	jenipapo
A	3,4,5	*Guazuma ulmifolia*	Malvaceae	mutamba
C	3, 5	*Hymenaea courbaril var. stilbocarpa*	Fabaceae-Caesalpinioideae	jatobá
A	3	*Inga vera*	Fabaceae-Mimosoideae	ingá
B	5	*Luehea divaricata*	Malvaceae	açoita-cavalo
A	4	*Machaerium acutifolium*	Fabaceae-Faboideae	jacarandá-do-campo
B	4,5	*Machaerium stipitatum*	Fabaceae-Faboideae	jacarandá-bico-de-pato
A	3,4	*Mimosa caesalpiniaefolia*	Fabaceae-Mimosoideae	sansão-do-campo
A	2,3,4	*Mimosa scabrella*	Fabaceae-Mimosoideae	bracatinga
C	4	*Myroxylum balsamum*	Fabaceae-Faboideae	cabreúva
C	5	*Ormosia arborea*	Fabaceae-Faboideae	olho-de-cabra
C	4,5	*Parapiptadenia rigida*	Fabaceae-Mimosoideae	angico-vermelho
B	3,4	*Peltophorum dubium*	Fabaceae-Caesalpinioideae	canafistula
A	3,4,5	*Piptadenia gonoacantha*	Fabaceae-	pau-jacaré

Grupo*	Tratamento	Nome científico	Família	Nome comum
			Mimosoideae	
C	5	*Poecilante parviflora*	Fabaceae-Faboideae	coração-de-negro
B	3,4,5	*Pterogyne nitens*	Fabaceae-Caesalpinioideae	amendoim-bravo
A	2,5	*Schinus terebinthifolius*	Anacardiaceae	aroeira-pimenteira
B	2,5	*Schizolobium parahyba*	Fabaceae-Caesalpinioideae	guapuruvu
D	5	*Syagrus romanzoffiana*	Arecaceae	palmeira-jerivá
C	4	*Handroanthus impetiginosus*	Bignoniaceae	ipê-roxo
BC	3,4,5	*Zeyheria tuberculosa*	Bignoniaceae	ipê-felpudo

*Grupo A: espécies pioneiras "sensu strictu", definidas como aquelas de crescimento rápido, ciclo de vida curto (até 10-15 anos), frutificação abundante e precoce e sementes de alta longevidade.

Grupo B: espécies oportunistas de clareiras grandes ou de início de sucessão; crescimento rápido e madeira de boa qualidade para lenha; ciclo de vida de até 100 anos. Construtoras do dossel principal e sub-dossel. Sementes anemocóricas ou barocóricas. Incluem-se neste grupo também algumas leguminosas exóticas (de ocorrência no Brasil, mas não na região de Botucatu) para serem usadas no tratamento 3.

Grupo C: espécies oportunistas de clareiras pequenas ou nômades; crescimento moderado a lento, ciclo de vida longo (acima de 100 anos). Construtoras do dossel principal da floresta e emergentes. Madeira dura, valiosa para serraria. Sementes geralmente grandes a médias, zoocóricas ou barocóricas.

Grupo D: espécies tolerantes a sombra, características do sub-bosque da floresta. Ciclo de vida variável, bem como o ritmo de crescimento. Reprodução relativamente precoce, geralmente por zoocoria.

Apêndice 2 – Listagem das espécies medicinais utilizadas na área restaurada.

Nome científico	**Família**	**Nome Comum**
Mikania glomerata	Asteraceae	guaco
Maytenus ilicifolia	Celastraceae	espinheira-santa
Casearia sylvestris	Salicaceae	guaçatonga
Thichillia clausseni.	Meliaceae	catuaba-vermelha

Apêndice 3 – Famílias, espécies vegetais e síndromes de polinização, dispersão e mudança foliar dos indivíduos selecionados nos diferentes tratamentos e fragmento florestal (T6) na Fazenda Experimental Edgardia no município de Botucatu – SP. T1: tratamento controle; T2: semeadura direta; T3: sistema agroflorestal; T4: consórcio de espécies; T5: alta diversidade; T6: fragmento florestal.

Família	**Nome científico**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**	**Sind. Polinização**	**Sind. Dispersão**	**Mudança foliar**
Anacardiaceae	*Astronium graveolens* Jacq.						X	melitofilia	anemocoria	brevidecídua
	Schinus terebinthifolius Raddi					X		melitofilia	zoocoria	sempreverde
Apocynaceae	*Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg.						X	falenofilia	anemocoria	brevidecídua
	Aspidosperma ramiflorum Müll.Arg.						X	não especializada	zoocoria	sempreverde
	Tabernaemontana hystrix Steud.		X	X		X		não especializada	zoocoria	sempreverde
Arecaceae	*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman						X	não especializada	zoocoria	sempreverde
Asteraceae	*Baccharis dracunculifolia* DC.	X						não especializada	anemocoria	sempreverde
Bignoniaceae	*Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth		X			X		melitofilia	anemocoria	decídua
	Zeyheria tuberculosa (Vell.) Bureau ex Verl.			X	X			não especializada	anemocoria	brevidecídua
Bixaceae	*Bixa orellana* L.			X				anemofilia	zoocoria	brevidecídua
Boraginaceae	*Cordia abssynica* R.Br.					X		não especializada	zoocoria	sempreverde
Cannabaceae	*Celtis ehrenbergiana* (Klotzsch) Liebm.						X	anemofilia	zoocoria	sempreverde
	Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg.	X	X	X	X			anemofilia	zoocoria	brevidecídua
	Trema micrantha (L.) Blume	X		X		X		não especializada	zoocoria	brevidecídua
Caricaceae	*Jacaratia spinosa* (Aubl.)						X	não especializada	autocoria/barocoria	decídua

Família	Nome científico	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Sind. Polinização	Sind. Dispersão	Mudança foliar
	A.DC.									
Combretaceae	*Terminalia argentea* Mart.		X		X	X		melitofilia	anemocoria	brevidecídua
Elaeocarpaceae	*Sloanea monosperma* Vell.						X	não especializada	zoocoria	sempreverde
Euphorbiaceae	*Actinostemon concepciones* (Chodat. & Hassl.) Hochr.						X	não especializada	zoocoria	brevidecídua
	Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.						X	não especializada	zoocoria	brevidecídua
	Alchornea glandulosa Poepp.	X	X				X	não especializada	zoocoria	brevidecídua
	Croton floribundus Spreng.		X			X	X	melitofilia	anemocoria	brevidecídua
Fabaceae-Caesalpiniaceae	*Copaifera langsdorffii* Desf.			X	X	X		melitofilia	zoocoria	sempreverde
	Hymenaea courbaril L.			X	X	X	X	quiropterofilia	zoocoria	brevidecídua
	Myrocarpus frondosus Allemão						X	ornitofilia	anemocoria	brevidecídua
	Peltophorum dubium (Spreng.) Taub.	X		X	X	X		melitofilia	autocoria/barocoria	decídua
	Schizolobium parahyba (Vell.) S.F. Blake		X				X	melitofilia	anemocoria	decídua
Fabaceae-Faboideae	*Centrolobium tomentosum* Guillem. ex Benth.				X	X		melitofilia	anemocoria	brevidecídua
	Dipterix alata Vogel					X		melitofilia	zoocoria	brevidecídua
	Machaerium nyctitans (Vell.) Benth.					X		melitofilia	anemocoria	brevidecídua
	Machaerium villosum Vogel			X	X			melitofilia	anemocoria	brevidecídua
	Machaerium stipitatum (DC.) Vogel					X		melitofilia	anemocoria	brevidecídua
	Ormosia arborea (Vell.) Harms					X		melitofilia	zoocoria	sempreverde
	Poecilanthe parviflora Benth.					X		melitofilia	autocoria/barocoria	brevidecídua

Família	Nome científico	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Sind. Polinização	Sind. Dispersão	Mudança foliar
	Pterogyne nitens Tul.			X	X			melitofilia	autocoria/barocoria	brevidecídua
	Acacia polyphylla DC.						X	melitofilia	autocoria/barocoria	brevidecídua
	Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart						X	não especializada	anemocoria	decídua
	Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan			X	X	X		melitofilia	anemocoria	brevidecídua
	Anadenanthera colubrina var.			X	X	X		melitofilia	autocoria/barocoria	brevidecídua
Fabaceae-Mimosoideae	*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong		X	X	X	X	X	melitofilia	zoocoria	decídua
	Inga marginata Willd.			X				não especializada	zoocoria	sempreverde
	Inga striata Benth.						X	não especializada	zoocoria	sempreverde
	Inga vera Willd.			X	X			não especializada	zoocoria	sempreverde
	Mimosa caesalpiniifolia Benth.			X	X			melitofilia	autocoria/barocoria	brevidecídua
	Piptadenia gonoacantha (Mart.) J.F.Macbr.			X	X			melitofilia	autocoria/barocoria	brevidecídua
Lamiaceae	*Aegiphila sellowiana* Cham.			X		X		melitofilia	zoocoria	decídua
	Endlicheria paniculata (Spreng.) J.F.Macbr.						X	não especializada	zoocoria	sempreverde
	Nectandra lanceolata Nees						X	não especializada	zoocoria	sempreverde
Lauraceae	*Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez					X		não especializada	autocoria/barocoria	decídua
	Ocotea indecora (Schott) Mez						X	não especializada	zoocoria	sempreverde
	Ocotea odorifera (Vellozo) Rohwer						X	não especializada	zoocoria	sempreverde
Lecythidaceae	*Cariniana estrellensis*		X				X	não especializada	anemocoria	brevidecídua

Família	Nome científico	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Sind. Polinização	Sind. Dispersão	Mudança foliar
	(Raddi) Kuntze									
Malvaceae	*Ceiba speciosa* (A.St.-Hil.) Ravenna						X	não especializada	anemocoria	decídua
	Guazuma ulmifolia Lam.			X		X		não especializada	zoocoria	brevidecídua
	Luehea divaricata Mart. & Zucc.					X		melitofilia	anemocoria	brevidecídua
Meliaceae	*Cedrela fissilis* Vell.	X		X	X	X	X	não especializada	anemocoria	decídua
	Trichilia casaretti C.DC.						X	não especializada	zoocoria	brevidecídua
	Trichilia catigua A.Juss.						X	não especializada	zoocoria	brevidecídua
	Trichilia claussenii C.DC.						X	não especializada	zoocoria	brevidecídua
	Trichilia elegans A. Juss.						X	não especializada	zoocoria	brevidecídua
	Trichilia lepidota Mart.						X	não especializada	zoocoria	brevidecídua
	Trichilia pallida Sw.						X	não especializada	zoocoria	brevidecídua
Moraceae	*Maclura tinctoria* (L.) D.Don ex Steud.						X	não especializada	zoocoria	brevidecídua
	Sorocea bonplandii (Baill.) W.C.Burger et al.						X	não especializada	zoocoria	brevidecídua
Myrtaceae	*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg						X	não especializada	zoocoria	brevidecídua
	Eucalyptus sp.			X	X	X		melitofilia	anemocoria	brevidecídua
	Eugenia blastantha (O.Berg) D.Legrand						X	melitofilia	zoocoria	sempreverde
	Eugenia hiemalis Cambess.						X	melitofilia	zoocoria	brevidecídua
	Eugenia pyriformis Cambess.					X		melitofilia	zoocoria	sempreverde
	Eugenia uniflora L.					X		melitofilia	zoocoria	sempreverde
	Myrciaria cauliflora (Mart.) O.Berg					X	X	melitofilia	zoocoria	sempreverde

Família	Nome científico	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Sind. Polinização	Sind. Dispersão	Mudança foliar
	Myrciaria floribunda (H. West ex Willd.) O. Berg						X	melitofilia	zoocoria	brevidecídua
	Myrtaceae sp. 1						X	melitofilia	zoocoria	sempreverde
	Psidium guajava L.	X		X		X		melitofilia	zoocoria	sempreverde
Nyctaginaceae	*Guapira opposita* (Vell.) Reitz						X	não especializada	zoocoria	sempreverde
Opiliaceae	*Agonandra engleri* Hoehne						X	não especializada	zoocoria	sempreverde
Phytolaccaceae	*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms						X	não especializada	anemocoria	brevidecídua
Piperaceae	*Piper amalago* L.						X	não especializada	zoocoria	brevidecídua
Rhamnaceae	*Rhamnidium elaeocarpum* Reissek						X	não especializada	zoocoria	brevidecídua
Rutaceae	*Esenbeckia leiocarpa* Engl.			X				miiofilia	autocoria/barocoria	sempreverde
	Metrodorea nigra A.St.-Hil.						X	miiofilia	zoocoria	brevidecídua
Salicaceae	*Casearia sylvestris* Sw.	X	X			X	X	melitofilia	zoocoria	sempreverde
Sapotaceae	*Chrysophyllum gonocarpum* (Mart.& Eichler ex Miq.) Engl.			X		X	X	não especializada	zoocoria	brevidecídua
Urticaceae	*Cecropia pachystachya* Trécul					X		melitofilia	zoocoria	sempreverde
	Urera baccifera (L.) Gaudich.						X	anemofilia	zoocoria	decídua
Verbenaceae	*Citharexylum myrianthum* Cham.					X		falenofilia	zoocoria	decídua
Violaceae	*Hybanthus atropurpureus* (A.St.-Hil.) Taub.						X	melitofilia	autocoria/barocoria	brevidecídua