



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - ICB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA – PPGDB

**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FENOLOGIA DE QUATRO ÁREAS DE FLORESTA  
DE TERRA FIRME COM DIFERENTES HISTÓRICOS DE ALTERAÇÃO  
ANTRÓPICA NO MUNICÍPIO DE MANAUS**

Grace de Lourdes Cardoso

**Manaus, Amazonas**

**Fevereiro, 2011**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - ICB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA – PPGDB

**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FENOLOGIA DE QUATRO ÁREAS DE FLORESTA  
DE TERRA FIRME COM DIFERENTES HISTÓRICOS DE ALTERAÇÃO  
ANTRÓPICA NO MUNICÍPIO DE MANAUS**

Grace de Lourdes Cardoso

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Webber

Tese apresentada à Universidade Federal do Amazonas como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica, área de concentração em Caracterização da Biota Amazônica.

**Manaus, Amazonas**

**Fevereiro, 2011**

## Ficha Catalográfica

(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

Cardoso, Grace de Lourdes

C268c Composição florística e fenologia de quatro áreas de floresta de terra firme com diferentes históricos de alteração antrópica no município de Manaus / Grace de Lourdes Cardoso. - Manaus: UFAM, 2011.

154 f.: il. color.

Tese (Doutorado em Diversidade Biológica, área de concentração em Caracterização da Biota Amazônica) — Universidade Federal do Amazonas, 2011.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Webber

1. Composição florística 2. Floresta de terra firme 3. Fenologia I. Webber, Antonio Carlos (Orient.) II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

CDU 582.843(043.2)

### Sinopse:

O estudo explorou o impacto da perturbação antrópica sobre a florística e a fenologia de comunidades arbóreas na paisagem fragmentada da cidade de Manaus, AM. Quatro áreas foram selecionadas para levantamentos florísticos e monitoramento fenológicos: a Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD), as florestas do Acariquara e do Coroado, situadas no Campus da Universidade Federal do Amazonas, e o fragmento florestal do Clube dos Trabalhadores do Serviço Social da Indústria (SESI). A composição florística em nível de família varia fortemente entre as áreas. As séries fenológicas estão de acordo com a variedade de padrões observados em florestas tropicais, as variáveis ambientais abordadas explicaram uma porção relativamente pequena da variação fenológica observada o sentido da resposta fenológica da comunidade varia ao longo do gradiente de antropização.

Dedico

Aos amigos verdadeiros....

### Agradecimentos

- Por favor, qual é o seu nome? – perguntou ao gato.

- Olha, sou Coraline. Tá?

O gato bocejou lenta e cuidadosamente, revelando uma boca e uma língua de um rosa impressionante.

- Gatos não têm nomes. – disse.

- Não? – perguntou Coraline.

- Não. – respondeu o gato. – Agora, VOCÊS pessoas têm nomes. Isso é porque vocês não sabem quem vocês são. Nós sabemos quem somos, portanto não precisamos de nomes.

(Coraline, de Neil Gaiman)

Com o trecho “roubado” acima, espero que o meu agradecimento mais sincero seja entendido e toque cada um como deve tocar. Sem nomes, sem delongas, agradeço a absolutamente tudo o que faz (e fez) parte da minha vida e colaborou (ou não) para a construção disto. Cada um teve a sua participação, de uma forma ou de outra, seja com idéias, apoio, carinho, críticas, técnica, sabedoria, autoridade, auxílio financeiro, compreensão, um olhar, amor, música, poesia, tempo, colo, remédio, palavras, silêncio,..... e, principalmente, paciência. Obrigada, mesmo.

(é até engraçado ficar sem palavras para expressar meus agradecimentos. Ainda mais no meu caso, que sou exagerada “com as palavras e explicações, Mas o silêncio, dessa vez, parece ser a forma mais sincera de agradecer-lhes.)

Verdadeiramente, minhas palavras não são capazes de conseguir nada por si mesma. Na verdade, as pessoas sempre me aplaudem quando eu não as aborreço.

(Albert Einstein – Ironias e Verdades)

Só me resta o silêncio

(William Shakespeare – Hamlet)

Não posso deixar de agradecer ao apoio de toda família do Projeto Sauim-de-Coleira, ao apoio financeiro do PROBIO E FNMA (MMA) CAPES e FAPEAM, e ao IMET pela disponibilidade dos dados climáticos.

## SUMÁRIO

Lista de figuras	v
Lista de tabelas	viii
Resumo	ix
Abstract	x
1. Introdução geral	14
2. Referências bibliográficas	17
3. Objetivos	25
3.1 Objetivo geral	25
3,1 Objetivos específicos	25
4. Perguntas	26
Capítulo 1: Composição florística em áreas de floresta de terra firme em diferentes estágios de conservação na Amazônia Central.	
1. Introdução	27
2. Material e métodos	28
2.1. Áreas de estudo	28
2.2. Coleta dos dados	30
2.3. Análises dos dados	30
3. Resultados	31
4. Discussão	36
5. Referências bibliográficas	39
6. Apêndice I	45
7. Apêndice II	48
Capítulo 2: Estudos fenológicos em áreas de floresta de terra firme em diferentes estágios de conservação na Amazônia Central.	
1. Introdução	71
2. Material e métodos	72
2.1. Área de estudo	72
2.2. Coleta dos dados	74
2.3. Análise de dados	75
3. Resultados	78

3.1. Aspectos gerais	78
3.2. Variáveis ambientais e respostas fenológicas	83
3.3. Concordâncias fenológicas	90
4. Discussão	92
5. Referências bibliográficas	98

Capítulo 3: Fenologia de dez espécies arbóreas em quatro áreas na Amazônia Central em diferentes estádios de conservação.

1. Introdução	109
2. Material e métodos	110
2.1. Área de estudo	110
2.2. Desenho amostral	112
2.3. Coleta de dados	113
2.4. Análise dos dados	113
3. Resultados	114
3.1. Resultados referentes às espécies comuns entre as áreas	115
3.2. Resultados referentes às espécies exclusivas	123
3.2.1 Reserva Ducke	123
3.2.2 Acariquara	124
3.2.3 Coroado	128
4. Discussão	133
4.1 Espécies comuns entre as áreas	133
4.2 Espécies exclusivas	136
5. Referências bibliográficas	139
6. Conclusões gerais	146
7. Anexo	149
7.1. Normas- Revista Brasileira de Botânica	149

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 1

Figura 1. Imagem de satélite da cidade de Manaus, destacando as áreas de estudo.

Fonte: LANDSAT, 2001

Figura 3. Gráfico de ordenação direta das quatro áreas de estudo em função de suas composições de famílias. As barras negras representam o número de indivíduos de uma dada família em uma dada área, padronizado pelo número total de indivíduos da família.

### Capítulo 2

Figura 1. Imagem de satélite da cidade de Manaus, destacando as áreas de estudo.

Figura 2. Variáveis ambientais (precipitação, temperatura e umidade anual) durante o período de estudo na cidade de Manaus

Figura 3. Percentagem de indivíduos em fase de floração/mês no período de fevereiro de 2003 a dezembro de 2008 nas diferentes áreas (Reserva Ducke, Acariquara; Coroado e Clube do SESI) Manaus Amazonas.

Figura 4. Percentagem de indivíduos em fase de frutificação/mês no período de fevereiro de 2003 a dezembro de 2008 nas diferentes áreas (Reserva Ducke, Acariquara; coroadado e Clube do SESI) Manaus Amazonas.

Figura 5. Percentagem de indivíduos em fase de folhas novas/mês no período de fevereiro de 2003 a dezembro de 2008 nas diferentes áreas (Reserva Ducke, Acariquara; coroadado e Clube do SESI) Manaus Amazonas.

Figura 6. Percentagem de indivíduos em fase de perda de folhas/mês no período de fevereiro de 2003 a dezembro de 2008 nas diferentes áreas (Reserva Ducke, Acariquara; Coroado e Clube do SESI) Manaus Amazonas.

Figura 7. Regressões parciais entre número de indivíduos florindo e variáveis ambientais nas quatro áreas de estudo.

Figura 8. Regressões parciais entre número de indivíduos frutificando e variáveis ambientais nas quatro áreas de estudo.

Figura 9. Regressões parciais entre número de indivíduos com folhas novas e variáveis ambientais área do SESI.

Figura 10. Regressões parciais entre número de indivíduos perdendo folhas e variáveis ambientais no SESI e no Coroado.

Figura 11. Gráficos comparativos mostrando os efeitos independentes de cada um dos preditores para as quatro áreas de estudo. (A = floração, B = frutificação).

### Capítulo 3

Figura 1. Imagem de satélite da cidade de Manaus, destacando as áreas de estudo.

Figura 2. Precipitação acumulada durante o período de fevereiro de 2003 a dezembro de 2008, na cidade de Manaus.

Figura 3. a, b, c, d: Floração e frutificação observadas para *Astrocaryum gynacanthum* nas áreas 2 e 3 durante o período de 2003 a 2008.

Figura 4. a, b, c, d: Floração e frutificação observadas para *Euterpe precatoria* nas áreas 1 e 4 durante o período de 2003 a 2008.

Figura 5. a, b, c, d, e, f: Floração e frutificação observadas para *Syagrus inajai* nas áreas 2; 3 e 4 durante o período de 2003 a 2008.

Figura 6. a, b, c, d, e, f: Floração e frutificação observadas para *Inga* sp. nas áreas 1, 3 e 4 durante o período de 2003 a 2008.

Figura 7. a, b, c e d: floração, frutificação, emissão de folhas e queda de folhas de *Zygia racemosa* na Área 1 (Reserva Florestal Adolpho Ducke) durante o período de 2003 a 2008.

Figura 8. a, b, c e d: floração, frutificação, emissão de folhas novas e queda de folhas de *Helicostylis scabra* na Área 2 (Acariquara) durante o período de 2003 a 2008.

Figura 9. a, b, c e d: floração, frutificação, emissão de folhas novas e queda de folhas de *Helicostylis tomentosa* na Área 2 (Acariquara) durante o período de 2003 a 2008.

Figura 10. a, b, c e d: floração, frutificação, emissão de folhas novas e queda de folhas de *Amaioua guianensis* na Área 2 (Acariquara) durante o período de 2003 a 2008.

Figura 11. a, b, c e d: floração, frutificação, emissão de folhas novas e queda de folhas de *Palicourea guianensis* na Área 3 durante o período de 2003 a 2008.

Figura 12. a, b, c e d: floração, frutificação, emissão de folhas novas e queda de folhas de *Inga laurina* na Área 4 (SESI) durante o período de 2003 a 2008.

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1

Tabela 1. Índices de similaridade de Jaccard entre as quatro áreas de estudo.

Tabela 2. Listas de espécies, com no mínimo cinco indivíduos, que ocorrem em pelo menos duas das quatro áreas de estudo.

### Capítulo 2

Tabela 1. Coeficientes de correlação de Spearman entre as variáveis fenológicas das quatro áreas de estudo.

### Capítulo 3

Tabela 1. Lista das espécies estudadas e respectivas famílias com número de indivíduos amostrados em cada área.

Tabela 2. Grau de sincronia por fenofase, em porcentagem de indivíduos considerando os seis anos de observação

## Resumo

O fenômeno da urbanização, bem como as modificações ambientais a ele associadas, criam novas restrições e oportunidades para as plantas que permanecem em remanescentes florestais segregados pela matriz urbana. A fim de clarificar os efeitos resultantes deste processo, este estudo explorou o impacto da perturbação antropogênica sobre a florística e a fenologia de comunidades arbóreas na paisagem fragmentada da cidade de Manaus, AM. Quatro áreas foram selecionadas para levantamentos florísticos e monitoramento fenológicos: a Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD), as florestas do Acariquara e do Coroado, situadas no Campus da Universidade Federal do Amazonas, e o fragmento florestal do Clube dos Trabalhadores do Serviço Social da Indústria (SESI). Estas áreas refletem um gradiente crescente de perturbação antrópica, no sentido RFAD → Acariquara → Coroado → SESI. Os levantamentos florísticos abrangeram parcelas de 10 x 250 m, incluindo plantas com DAP  $\geq$  5 cm, num total de um hectare para cada área de estudo. Os monitoramentos fenológicos abrangeram seis anos de observações sobre a ocorrência de diferentes fenofases (i.e. floração, frutificação, produção de folhas, perda de folhas) em cada planta incluída no levantamento florístico. Dados climatológicos da cidade de Manaus incluindo precipitação acumulada, umidade relativa do ar e temperatura média foram obtidos em uma base mensal, e suas possíveis relações com o comportamento fenológico das comunidades foram investigadas através de modelos lineares generalizados (GLMs). Uma análise de gradiente direta revelou que a composição florística em nível de família varia fortemente entre as áreas. RFAD, Acariquara e Coroado possuem conjuntos taxonômicos progressivamente menos inclusivos, nesta ordem; SESI apresenta uma flora predominantemente distinta das demais áreas. Índices de dissimilaridade de Jaccard calculados entre cada par de locais corroboraram este mesmo resultado em nível de espécie. Além disto, o número de espécies declinou em função da maior antropização. Nas quatro áreas de estudo, o maior número de indivíduos em floração ocorreu no fim da estação seca e no início da estação chuvosa, e o maior número de indivíduos com frutos, durante a estação chuvosa. Todas as áreas apresentaram picos de emissão de folhas e de perda de folhas na estação seca. As três variáveis ambientais tratadas neste estudo explicaram, independentemente, porções relativamente pequenas da variação no número de indivíduos em cada uma das fenofases. Em geral, a correspondência fenológica entre as séries de observações fenológicas tendeu a ser maior no caso das fenofases vegetativas, enquanto que entre as fenofases reprodutivas, a correspondência variou amplamente. Foram detectadas associações tanto negativas quanto positivas entre precipitação acumulada e o número de árvores florindo, emitindo e perdendo folhas, enquanto que apenas relações positivas foram observadas com número de árvores frutificando. A temperatura média teve efeitos geralmente positivos sobre a expressão das fenofases. Já a umidade relativa do ar apresentou efeitos tanto positivos quanto negativos sobre o número de árvores com folhas, flores e frutos, e positivo sobre o número de árvores perdendo folhas. Além disto, a frutificação foi principalmente determinada pela floração em meses anteriores nas quatro áreas de estudo. Em geral, estes resultados discrepantes estão de acordo com sugestões anteriores de que os mecanismos adaptativos de árvores tropicais deveriam se refletir em fracas associações da fenologia com o clima. Fatores como as constituições genética e fisiológica das plantas, a demografia das populações nas comunidades e interações ecológicas a como polinização podem tomar parte na variação fenológica não explicada pelos modelos. Sugere-se que, em estudos futuros, tente-se integrar as contribuições relativas de fatores tanto abióticos quanto bióticos na regulação da fenologia de comunidades arbóreas. A compreensão da fenologia vegetal em ambientes tropicais sob antropização crescente é fundamental para a conservação e manejo racional das funções ecológicas de remanescentes florestais urbanos.

## Abstract

Urbanization, as well as environmental changes related to it, creates both new restrictions and opportunities for plants that remain in forest patches segregated by the urban matrix. In order to shed some light on the resulting effects of this process, this study explored the impact of antropogenic disturbance on the floristic and phenology of tree communities in the fragmented landscape of Manaus city, Amazonas state, Brazilian Amazonia. Four areas were selected for floristic survey and phenological monitoring: Adolpho Ducke forest reserve (RFAD), Acariquara and Coroado forests, both located in the campus of the Federal University of Amazonas, and the forest fragmented owned by the Brazilian Industry Social Service (SESI). These areas reflect a gradient of rising antropic disturbance: RFAD → Acariquara → Coroado → SESI. Floristic surveys were carried out on 10 x 250m plots, totalizing one hectare for each study area, and all plants with DBH  $\geq$  5cm were marked. Phenological observations were made over seven years, and the occurrence of phenophases (i.e. flowering, fruiting, leaf flushing and leaf fall) in each marked plant were recorded throughout that time. Climate data from Manaus (i.e. cumulative rainfall, air relative humidity and average temperature) were obtained monthly, their relations to community-level phenological patterns were investigated by means of generalized linear models (GLM). Direct gradient analysis revealed that floristic composition strongly varies between areas. RFAD, Acariquara and Coroado have family assemblages progressively less inclusive, in this order; SESI has a predominantly dissimilar flora in relation to the others. Pair-wise comparisons between areas with Jaccard's dissimilarity indices confirmed this result at the level of species. Besides, species number declined as a function of greater antropization. In all study areas, the greatest number of flowering individuals occurred between the end of the dry season and the beginning of the wet season; the greatest number of fruiting individuals coincided with the wet season. Peaks of leaf flushing and leaf fall occurred during the dry season in all areas. Environmental variables explained relatively little of the observed variation in each of the phenophases. In general, phenological correspondence between areas was greater for vegetative phenophases; association between reproductive phenophases in different areas was highly variable. Both positive and negative relations were found between cumulative rainfall and the number of trees in each phenophase, whereas only positive relations were observed with the number of fruiting trees. In general, average temperature had positive effects on the expression of all phenophases, but air relative humidity has both positive and negative effects on the number of trees with new leaves, flowers and fruits; only positive effects were found on leaf fall. Besides, fruiting was mainly determined by flowering in earlier months. These discrepant results are accord with previous suggestions that adaptive mechanisms of tropical trees should render them weakly responsive to climate. Factors such as genetic constitution, physiological state, demography and ecological interactions may take part in the remaining, unexplained phenological variation. It is suggested that future studies should integrate the contributions of both abiotic and biotic factors to the regulation of tree community phenology. The understanding of plant phenology in tropical environments under rising antropization is fundamental for the adequate conservation and management of ecological functions in urban forest remnants.

#### FORMATAÇÃO:

A tese apresentada segue as normas do periódico Revista Brasileira de Botânica para a citação das referências bibliográficas.

## 1. Introdução Geral

Um dos grandes objetivos da biologia contemporânea é compreender as causas da origem e manutenção da elevada diversidade biológica nos trópicos, em especial na Amazônia (Sherratt e Wilkinson 2009). Cerca de 6.000.000 Km<sup>2</sup> desta região altamente diversa situam-se em território brasileiro, dos quais aproximadamente 65% são cobertos por florestas de terra-firme (Prance 1976; Amaral 1996; Oliveira & Mori 1999; Capobianco *et al.* 2001; Lima Filho *et al.* 2001; Oliveira & Amaral 2004). Essas florestas apresentam elevado número de espécies com baixa frequência, o que resulta em alta dissimilaridade mesmo entre locais adjacentes (Rossi 1994, Oliveira, 1997; Terborgh & Andresen 1998, Oliveira 2000, Steege *et al.* 2000, Lima Filho *et al.*, 2001, Oliveira & Nelson 2001, Ter Steege *et al.* 2003; Oliveira & Amaral, 2004, Costa *et al.*, 2008).

Tuomisto *et al.* (2003) destacam a importância de tentar entender a influência das interações biológicas, variação randômica, limitação de dispersão e determinismo ambiental sobre a composição de espécies de diferentes locais. Paralelamente, a variação observada na diversidade de árvores na Amazônia tem sido principalmente atribuída a fatores climáticos e edáficos (Clinebell *et al.*, 1995; Ter Steege *et al.*, 2003).

Uma ação antropogênica conhecidamente associada às diferentes causas de variação na estrutura das florestas é o da fragmentação. A segregação de múltiplas manchas de floresta, bem como a subsequente redução de suas áreas, afeta a composição de espécies, as dinâmicas espacial e temporal da floresta e a estrutura trófica das comunidades (Laurence *et al.* 2001). Atualmente, florestas secundárias (em regeneração recente), incluindo fragmentos, cobrem 1.800.000 km<sup>2</sup> ou 21% do continente americano e, somente na Amazônia brasileira, elas já respondem por uma área superior a 500.000 km<sup>2</sup> (OIMT 2003). Nessa região, o processo de conversão de florestas primárias está diretamente relacionado a questões sociais, às flutuações macroeconômicas e aos incentivos do governo brasileiro para a ocupação territorial, especialmente nos últimos 30 anos (Kohlhepp 2001, Ferraz *et al.*, 2005)

As informações sobre a distribuição de espécies vegetais e as diferenças e semelhanças florísticas entre distintos lugares na Amazônia tem um papel

importante tanto para estudos científicos da biota, como para definir estratégias para a conservação dos recursos naturais visando o desenvolvimento socioeconômico sustentável da região (Oliveira *et al.* 2008).

O levantamento florístico é um dos estudos iniciais para o conhecimento da flora de uma determinada área e implica na produção de uma lista das espécies ali instaladas e produção de exsicatas para deposição em herbários, que poderão contribuir para estudos futuros dos demais atributos da comunidade (Martins 1990).

De igual importância ao conhecimento da vegetação são as investigações fenológicas, que visam compreender os eventos biológicos repetitivos e as causas de sua ocorrência em relação ao seu ambiente biótico e abiótico. Nas plantas, ela abrange os padrões estacionais de floração, frutificação, queda e brotamento foliares (Talora & Morellato 2000, D`Eça-Neves & Morellato 2004, Ruiz & Alencar 2004), envolvendo informações sobre o estabelecimento de espécies, o período de crescimento, reprodução e a disponibilidade de recursos alimentares aos animais (Calvi & Rodrigues 2005, Santos & Takaki 2005).

O momento, a duração e o grau de sincronia das várias fases fenológicas afetam a reprodução das plantas, bem como a disponibilidade de recursos aos animais; logo, há uma relação íntima entre a fenologia vegetal e a organização espaço-temporal das comunidades biológicas (Fournier 1976, Galetti *et al.* 2003, Calvi & Rodrigues 2005, Santos & Takaki 2005). A polpa de frutos carnosos é a fonte primária de energia para muitas espécies de aves, mamíferos, lagartos e até mesmo de peixes. Esses animais podem defecar, cuspir, regurgitar ou, simplesmente, derrubar frutos longe da planta mãe, aumentando as chances de sobrevivência de seus propágulos, o que torna tais processos essenciais para a manutenção de populações de plantas, bem como de animais (Galetti *et al.* 2003). Estes processos, por sua vez, podem moldar a evolução das histórias de vida de ambos (Newstrom *et al.*, 1994, Jardim & Kageyama 1994, Talora & Morellato 2000, Pedroni *et al.*, 2002, Mantovani *et al.*, 2003, Nunes *et al.*, 2005).

Estudos fenológicos dos ecossistemas florestais têm sido realizados basicamente em dois níveis, o de populações (espécies) e o de comunidades. Eles podem ter caráter qualitativo, quando são observadas as épocas em que ocorrem as fenofases, ou quantitativo, quando as fenofases são também medidas em termos de intensidade (Fournier 1974). White (1994) descreve três métodos gerais em que os

levantamentos fenológicos têm sido feitos: observação direta de partes da planta *in situ*, dando uma escala de valores para quantificar a produção; monitoramento do número de plantas nas fenofases; ou coleta de partes das plantas caídas sobre coletores.

Os ciclos fenológicos de plantas tropicais são complexos, apresentando padrões irregulares, principalmente em estudos de curto prazo (Newstrom *et al.*, 1994). Portanto, a escolha dos métodos de avaliação e representação tem especial importância. A heterogeneidade dos estudos que abordam direta ou indiretamente a fenologia de plantas resulta na falta de padronização dos termos e dos métodos adotados tanto para a coleta como para a análise dos dados, causando imprecisão na descrição dos padrões encontrados e dificultando a interpretação e comparação dos resultados (Newstrom *et al.*, 1994).

Neste contexto, Newstrom *et al.* (1994) propuseram uma classificação fenológica baseada nos padrões de floração. Os autores distinguiram quatro classes baseadas na frequência de floração: contínua (floração com curtos períodos de intervalo), sub-anual (floração em mais de um ciclo por ano), anual (um ciclo por ano) e supra-anual (um ciclo em intervalos superiores a um ano). As quatro classes de frequência podem ser aplicadas a vários níveis de análise (população, guilda ou comunidade). Já Bencke & Morellato (2002) compararam os dois métodos mais utilizados de avaliação fenológicas em florestas tropicais: o método qualitativo, que registra apenas a presença ou ausência da fenofase analisada, e o semi-quantitativo, que atribui categorias quantitativas para estimar a intensidade do evento fenológico (Fournier 1974). As autoras concluíram que os métodos analisados fornecem informações distintas, porém complementares sobre o comportamento fenológico de amostras populacionais.

Estudos fenológicos em diferentes sistemas têm sido realizados ao redor do mundo (Wessels Boers 1965, Frankie *et al.* 1974, Sist 1989, Kahn 1990, O'Brien *et al.* 2008). Durante muito tempo, estudos fenológicos em regiões tropicais não despertaram interesse, pela equivocada crença de que a ausência de sazonalidade climática acentuada implicaria em uma sazonalidade fenológica igualmente sutil. Porém, sabe-se hoje que a variação fenológica também pode ser marcante em florestas tropicais, tanto nas mais secas quanto nas mais úmidas (Frankie *et al.* 1974, Jackson 1978, Morellato *et al.* 1989, Morellato 1992, Newstrom *et al.* 1994).

Araújo (1970) e Alencar *et al.* (1979) verificaram, na Reserva Ducke, que os períodos de floração e frutificação ocorreram para a maioria das espécies de acordo com a distribuição das chuvas, com predominância da floração na estação seca e a grande quantidade de frutos maduros no período chuvoso. Maués (2002), durante 3 anos de observação, verificou que o período mais expressivo de floração de *Bertholletia excelsa* Bonpl. ocorreu na estação.

No Brasil, os estudos concentram-se principalmente nas regiões sul e sudeste (e.g. Morellato 1995, Talora & Morellato 2000, Bencke & Morellato 2002, Mantovani *et al.* 2004, Lima & Vieira 2006). No entanto, na região amazônica, ainda há carência de estudos sobre fenologia. Além disto, os estudos realizados na região, em geral, restringem-se a observações de curto prazo, ou a espécies de interesse econômico (e.g. Maués 2002, Araújo 1970, Alencar *et al.* 1979, Carvalho, 1980, Gribel *et al.* 1999, Pinto *et al.* 2005, 2008).

O conhecimento fenológico vegetal em médio e longo prazo é, portanto, fundamental para a compreensão das causas de variação no sucesso reprodutivo das plantas, do funcionamento dos ecossistemas ao longo do tempo, e dos processos ecológicos relacionados à sustentabilidade da fauna. Uma importante aplicação deste conhecimento é a previsão dos efeitos das mudanças ambientais sobre a distribuição e evolução de espécies vegetais e outras a elas associadas, de modo a embasar ações eficientes de manejo e conservação (Morissette *et al.* 2009).

## **2. Referências bibliográficas**

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

AMARAL, I.L 1996. Diversidade florística em floresta de terra firme, na região do rio Urucu – AM. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

- ARAÚJO, V.C. 1970. Fenologia de essências florestais amazônicas. Boletim do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (4):1-25.
- BENCKE, C.S.C. & MORELLATO, L.P.C. 2002. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Botânica 25:237-248.
- CALVI, G.P. & RODRIGUES, F.C.M.P. 2005. Fenologia e produção de sementes de *Euterpe edulis* – Mart. em trecho de floresta de altitude no município de Miguel Pereira. Revista Universidade Rural 25(1):33-40.
- CAPOBIANCO, J.P.R., VERÍSSIMO, A., MOREIRA, D., SAWYER, I. & PINTO, L.P. 2001. Biodiversidade na Amazônia brasileira – avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios. Instituto Sociambiental, São Paulo.
- CARVALHO J.O.P. 1980. Fenologia de espécies florestais de potencial econômico que ocorrem na floresta do Tapajós. Boletim de Pesquisa EMBRAPA 20:1-15.
- CLINEBELL, R.R., PHILLIPS, O.L., GENTRY, A.H., STARK, N. & ZUURING, H. 1995. Prediction of neotropical tree and liana species richness from soil and climatic data. Biodiversity and Conservation 4:56-90.
- COSTA, F.R.C., GUILLAUMET, J., LIMA, A.P. & PEREIRA, O. 2008. Gradients within gradients: The mesoscale distribution patterns of palms in a central Amazonian forest. Journal of Vegetation Science 20: 1-10.
- D'EÇA-NEVES, F.F. & MORELLATO, L.P.C. 2004. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. Acta Botanica Brasilica 18(1): 99-108.
- FERRAZ, S.F.B, VETORAZZI, C.A., THEOBALD, D.M. & BALLESTER, M.V.R. 2005. Landscape dynamics of Amazonian deforestation between 1984 and

2002 in central Rondônia, Brazil: assessment and future scenarios. *Forest Ecology and Management* 204(1):69-85.

FOURNIER L.A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas em árboles. *Turrialba* 24:54–59

FOURNIER, L.A. 1976. El dendrofenograma, una representación gráfica del comportamiento fenológico de los árboles. *Turrialba* 26:96-97.

FRANKIE, G., BAKER, H., & OPLER, P. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in lowland of Costa Rica. *Ecology* 62:881-919.

GALETTI, M. PIZO, M.A, MORELLATO, P.C. 2003. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. In *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre* (L.Jr. Cullen, R. Rudran & C. Valladares-Padua, eds.) Fundação O Boticário de Proteção a Natureza, Curitiba, p.395-422.

GRIBEL, R., GIBBS, P.E. & QUEIRÓZ, A.L. 1999. Flowering phenology and pollination biology of *Ceiba pentandra* (Bombacaceae) in Central Amazonia. *Journal of Tropical Ecology*, 15:247-263.

JACKSON, S.F. 1978. Seasonality of Flowering and Leaf-fall in a Brazilian Subtropical Lower Mantane Moist Forest. *Biotropica* 10(1):38-42.

JARDIM, M.A.G. & KAGEYAMA, P.Y. 1994. Fenologia de floração e frutificação em população natural de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no estuário amazônico. *Revista IPEF* 47: 62-65.

KAHN, F. 1990. Las palmeras del arboretum Jenaro Herrera (Provincia de Requena, Departamento de Loreto, Perú). Contribución al estudio de la flora y de la vegetación de la Amazonía peruana. XVII. *Candollea* 45: 341-362.

- KOHLHEPP, G. 2001. Amazonia 2000: An evaluation of three decades of regional planning and development programmes in the Brazilian Amazon region. *Amazoniana* 3/4:363-395.
- LAURANCE, W.E., PÉREZ-SALICRUP, D.R., DELAMÔNICA, P., FEARNSIDE, P.M., AGRA, S., JEROZOLINSKI, A., POHL, L. & LOVEJOY, T.E. 2001. Rain forests fragmentation and the structure of Amazonian liana communities. *Ecology* 82:105-116.
- LIMA FILHO, D.A., MATOS, F.D.A., AMARAL, I.L., REVILLA, J., COELHO, L.S., RAMOS, J.F. & SANTOS, J.L. 2001. Inventário florístico de floresta ombrófila densa de terra firme, na região do Rio Urucu-Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica* 31:565-79.
- LIMA, N.A.S. & VIEIRA, M.F. 2006. Fenologia de floração e sistema reprodutivo de três espécies de *Ruellia* (Acanthaceae) em fragmento florestal de Viçosa, Sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Botânica* 29(4):681-687.
- MANTOVANI, A., MORELLATO, L.P.C. & DOS REIS, M.S. 2004. Fenologia reprodutiva e produção de sementes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. *Revista Brasileira de Botânica* 27(4):787-796.
- MANTOVANI, A. RUSCHEL, A.R.; REIS, M.S.; PUCHALSKI, A. & NODARI, R.O. 2003. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta atlântica. *Revista Árvore*, 27(4):451-458.
- MARTINS, F.R. 1990. Atributos de comunidades vegetais. *Quid, Teresina* 9(1/2): 12-17.
- MAUÉS, M.M. 2002. Reproductive phenology and pollination of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., Lecythidaceae) in Eastern Amazonia. In *Pollinating Bees – The Conservation Link Between Agriculture and Nature* (P.

Kevan & V.L. Imperatriz Fonseca, eds.). Ministry of Environment, Brasilia, p.245-254.

MORELLATO, L.P.C, RODRIGUES, R.R., LEITÃO FILHO, H.F., & JOLY, C.A. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semi-decídua na Serra do Japí, Jundiaí, São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 12:85-98.

MORELLATO, L.P.C. & LEITÃO-FILHO, H.F. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na serra do Japi. In *História natural da serra do Japi. Ecologia e preservação de uma área de floresta no sudeste do Brasil* (L.P.C. MORELLATO, org.). Editora da Unicamp/Fapesp, Campinas, p.112-140.

MORELLATO, L.P.C. 1995. As estações do ano na floresta. In *Ecologia e Preservação de uma Floresta Tropical Urbana* ( L.P.C. MORELLATO & H. F. LEITÃO-FILHO, eds.) Editora da Unicamp, Campinas, p.37-41.

MORISSETTE, J.T., RICHARDSON, A.D., KNAPP, A.K, FISHER, J.I., GRAHAM, E.A., ABATZOGLOU, J., WILSON, B.E., BRESHEARS, D.D., HENEGBRY, G.M., HANES, J.M & LIANG, L. 2009. Tracking the rhythm of the seasons in the face of global change: phenological research in the 21st century. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7:253-260.

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

NUNES, Y.R.F., FAGUNDES, M., SANTOS, R.M., DOMINGUES, E.B.S., ALMEIDA, H.S. & GONZAGA, A.P.D. 2005. Atividades fenológicas de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) em uma floresta estacional decidual no norte de Minas Gerais. *Lundiana*, 6(2):99-105.

- O'BRIEN, J. J., OBERBAUER, S. F., CLARK, D.B., & CLARK, D. A.. 2008. Phenology and Stem Diameter Increment Seasonality in a Costa Rican Wet Tropical Forest BIOTROPICA 40(2): 151–159
- OIMT. 2003. Directrices de la OIMT para la restauración, ordenación y rehabilitación de bosques tropicales secundarios y degradados. OIMT, Yokohama.
- OLIVEIRA, A.A. 1997. Diversidade, estrutura e dinâmica do comportamento arbóreo de uma floresta de terra firme de Manaus, Amazonas. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- OLIVEIRA, A.A. 2000. Inventários quantitativos de árvores em matas de terra firme: histórico com enfoque na Amazônia brasileira. Acta Amazonica 30(4):543-567.
- OLIVEIRA, A.A. & MORI, S. 1999. A central Amazonian terra firme Forest I. High tree species richness on poor soils. Biodiversity Conservation 8:1219-1244.
- OLIVEIRA, A.A. & NELSON, B.W. 2001. Floristic relationships of terra firme forests in the Brazilian Amazon. Forest Ecology and Management 146:169–179.
- OLIVEIRA, A.N. & AMARAL, I.L. 2004. Florística e Fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. Acta Amazonica 34(1): 21-34.
- OLIVEIRA, A.N., AMARAL, I.L., RAMOS, M.B.P., NOBRE, A.D., COUTO, L.B. & SAHDO, R.M. 2008. Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. Acta Amazonica 38(4): 627 – 642
- PEDRONI, F., SANCHEZ, M., SANTOS, F.A.M. 2002. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. – Legumisosae, Caesalpinioideae) em uma

floresta semidecídua no sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Botânica 25(2):183-194.

PINTO, A.M., RIBEIRO, R.J., ALENCAR, J.C. & BARBOSA, A.P. 2005. Fenologia de *Simarouba amara* Aubl. na Reserva Florestal Adolfo Ducke, Manaus, AM. Acta Amazonica 35(3):347-352.

PINTO, A.M.; MORELLATO, L.P.C. & BARBOSA, A.P. 2008. Fenologia reprodutiva de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd em duas áreas de floresta na Amazônia Central. Acta Amazonica 38(4):643-660.

PRANCE, G.T. 1976. The pollination and androphore structure of some Amazonian Lecythidaceae. Biotropica 8:235–241.

ROSSI, L.M.B. 1994. Aplicação de diferentes métodos de análise para determinação de padrão espacial de espécies arbóreas da floresta tropical úmida de terra firme. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

RUIZ, R.R. & ALENCAR, J.C. 2004. Comportamento fenológico da palmeira patauá (*Oenocarpus bataua*) na reserva florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. Acta Amazonica 34(4):553-558.

SANTOS, D.L. & TAKAKI, M. 2005. Fenologia de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae) na região rural de Itirapina, SP, Brasil. Acta Botanica Brasilica 19(3):625-632.

SHERRAT, T.N & WIKINSON, D.M. 2009. Big questions in ecology and evolution. Oxford university press, New York.

SIST, P. 1989. Peuplement et phénologie des palmiers en forêt guyanaise (Piste de Saint Elie). Rev. Ecolo. (Terre et Vie) 44:113-151.

- STEEGE, H., SABATIER, D., CASTELLANOS, H., ANDEL, T.V., DUIVENVOORDEN, J. OLIVEIRA, A.A., RENSKE, E., LILWAH, R., MAAS, P. & MORI, S. 2000. A regional perspective: Analysis of Amazonian floristic composition and diversity that includes a Guyana Shield. In *Plant Diversity in Guyana: Whit recommendations for a National Protected Areas Strategy* (H. STEEGE, ed.). The Tropenbos Foundation, Wageningen, p.19-32.
- TALORA, D.C & MORELLATO, L.P.C. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 23(1):13-26.
- TERBORGH, I. & ANDRESEN, E. 1998. The Composition of Amazonian Forests: Patterns at Local and Regional Scales. *Journal of Tropical Ecology* 14: 645-664.
- TER STEEGE, H., PITMAN, N., SABATIER, D., CASTELLANOS, H., HOUT, P. V. D., DALY, D. C., SILVEIRA M., PHILLIPS, O., VASQUEZ R., ANDEL, T. V., DUIVENVOORDEN J., OLIVEIRA, A. A., EK, R., LILWAH, R., THOMAS, R., ESSEN, J. V., BAIDER C., MAAS, P.; MORI, S., TERBORGH, J., VARGAS, P.N., MOGOLLO´N, H., MORAWETZ, W. 2003. A Spatial Model of Tree diversity and Tree Density for the Amazon. *Biodiversity and Conservation* 12:2255-2277.
- TUOMISTO, H., RUOKOLAINEN, K & YTI-HALLA, M. 2003. Dispersal, environment, and floristic variation of western Amazonian forests. *Science* 299:241-244.
- WESSEL BOERS, J. G. 1965. *The indigenous palms of Suriname*. E. J. Brill, Leiden.
- WHITE, L. J. 1994. Patterns of fruit-fall phenology in the Lopé Reserve, Gabon. *Journal of Tropical Ecology* 10:289-312.

### **3.OBJETIVOS:**

#### **3.1 Objetivo geral:**

Analisar a composição florística e aspectos fenológicos de comunidades arbóreas em floresta de terra firme com diferentes históricos de alteração antrópica no município de Manaus.

#### **3.2 Objetivos específicos:**

Descrever as composições florísticas de quatro áreas de floresta de terra firme na Amazônia Central em relação ao estágio de conservação.

Descrever a variação de diferentes aspectos fenológicos de quatro comunidades arbóreas de floresta de terra firme na Amazônia Central sob diferentes níveis de perturbação antrópica.

Avaliar os padrões fenológicos de dez espécies em quatro áreas, comparar a regularidade da floração e frutificação num período de seis anos e por último averiguar se as espécies comuns entre as áreas apresentam comportamentos fenológicos similares.

#### **4. Perguntas:**

Existe dissimilaridade florística entre áreas de estudo?

Existe sincronia fenológica entre os diferentes indivíduos dentro de cada comunidade?

Há correspondência entre os comportamentos fenológicos das diferentes comunidades?

A variação meteorológica não explica os padrões fenológicos observados nas comunidades?

A resposta fenológica das comunidades à variação ambiental é influenciada pela urbanização e pelas perturbações associadas?

Existe regularidade da floração e frutificação num período de seis anos em dez espécies escolhidas aleatoriamente nas quatro áreas?

Espécies comuns entre as áreas apresentam comportamentos fenológicos similares?

## **CAPÍTULO 1: Composição florística em áreas de floresta de terra-firme em diferentes estágios de conservação na Amazônia Central.**

### **1. Introdução**

As florestas da Amazônia são notórias por apresentarem um elevado número de espécies com baixa frequência e alta dissimilaridade mesmo entre locais adjacentes (Rossi 1994, Oliveira 1997; Terborgh & Andresen 1998, Lima Filho *et al.* 2001, Oliveira & Nelson 2001, Ter Steege *et al.* 2003, Oliveira & Amaral, 2004). Entretanto, as causas da variação espacial na composição de espécies não são bem conhecidas em florestas tropicais. Prováveis fatores incluem: determinantes ambientais, variação randômica e limitação de dispersão (Tuomisto *et al.* 2003; Costa *et al.* 2008, Sherrat & Wilkinson 2009). Alguns estudos têm sugerido que a heterogeneidade ambiental é um dos principais fatores que influenciam a estrutura das florestas (Rodrigues & Nave 2000, Oliveira Filho *et al.* 1994, 1998, Durigan *et al.* 2000, Botrel *et al.* 2002, Costa *et al.* 2008). Essa heterogeneidade é resultado da diversidade de interações bióticas e abióticas existentes nas comunidades, bem como da resposta das espécies a esses fatores.

Uma ação antropogênica conhecidamente associada às diferentes causas de variação na estrutura das florestas é o da fragmentação. A segregação de múltiplas manchas de floresta, bem como a subsequente redução de suas áreas, afeta a composição de espécies, as dinâmicas espacial e temporal da floresta e a estrutura trófica das comunidades (Laurence *et al.* 2001). Atualmente, florestas secundárias (em regeneração recente), incluindo fragmentos, cobrem 1.800.000 km<sup>2</sup> ou 21% do continente americano e, somente na Amazônia brasileira, elas já respondem por uma área superior a 500.000 km<sup>2</sup> (OIMT 2003). Nessa região, o processo de conversão de florestas primárias está diretamente relacionado a questões sociais, às flutuações macroeconômicas e aos incentivos do governo brasileiro para a ocupação territorial, especialmente nos últimos 30 anos (Kohlhepp 2001, Ferraz *et al.* 2005).

Cidades em franca expansão são especialmente suscetíveis à fragmentação de suas áreas verdes. Este é o caso da cidade de Manaus, estado do Amazonas, a qual se tornou uma importante metrópole da região Norte do Brasil em poucas décadas e, conseqüentemente, tem um histórico crescente de fragmentação devido

ao seu crescimento rápido e não planejado, o que vem causando a formação de manchas de vegetação isoladas por uma matriz altamente seletiva (Laurence *et al.* 2001).

Um entendimento mais aprofundado das causas diretas de variação nas comunidades vegetais sob a influência da fragmentação, em particular no ambiente urbano, exige o conhecimento detalhado de sua composição. Neste sentido, levantamentos florísticos representam a base para tal conhecimento, contribuindo no entendimento de padrões biogeográficos e auxiliando na determinação de áreas prioritárias para a conservação e restauração (Oliveira Filho & Ratter 1995). Neste trabalho, objetivou-se descrever as composições florísticas de quatro áreas de floresta de terra-firme na Amazônia Central em relação ao estágio de conservação.

## **2. Material e métodos**

### **2.1 Áreas de estudo**

O estudo foi realizado em três áreas na cidade de Manaus (figura 1). A temperatura média na região é de 26 °C e a precipitação média anual é de 2362 mm. Uma estação relativamente chuvosa ocorre de novembro a maio, com uma reduzida estação relativamente seca entre junho e outubro, sendo março e abril os meses com maior precipitação (Marques Filho *et al.* 1981). As áreas são descritas a seguir:

Área 1: Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD - 02° 55'S, 59° 59'W – figura 1), localizada no km 26 da rodovia AM – 010, pertence ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Esta área é composta por floresta primária de 10.000 hectares, classificada como tropical úmida de terra-firme, com dossel bastante fechado e sub-bosque com pouca luminosidade (Ribeiro *et al.* 1999). No período de criação da reserva (1963) toda a extensão da RFAD era praticamente intocada e cercada por floresta contínua de características similares. No ano 2000, a expansão urbana da cidade de Manaus havia chegado aos limites da Reserva Ducke. Atualmente, bairros populares fazem contato com a sua borda sul, e a floresta no entorno das bordas leste, norte e, especialmente, oeste, se encontra

fragmentada e degradada. Desde então, a Reserva Ducke vem sofrendo um processo de transformação em um grande parque urbano (Oliveira *et al.* 2008). Mas mesmo assim é a área mais preservada em relação às áreas estudadas, onde a vegetação apresenta características de floresta clímax.

Área 2: Campus da Universidade Federal do Amazonas - UFAM (figura 1). Com aproximadamente 800 hectares sendo 600 hectares destes pertencentes à UFAM (03°04' 34"S, 59° 57'30"W). Esta área foi dividida em duas subáreas:

-“Acariquara”, situada ao norte do Campus da UFAM (03°04'S, 59°57'W – figura 1) Esta área fica próxima ao Conjunto Acariquara e se encontra sob intervenção antrópica leve a moderada (extrativismo e caça).

- “Coroado”, situada ao sul do Campus da UFAM ( 3° 09' S, 59° 97' W - figura 1). A área fica próxima ao bairro do Coroado I, apresentando uma vegetação de capoeira (M. Gordo, comunicação pessoal), isto é, uma floresta em regeneração recente e sob influência antropogênica moderada (extrativismo, caça, deposição de resíduos).

Área 3: Clube dos trabalhadores do Serviço Social da Indústria (SESI – 3° 04' S , 59° 57' W- figura 1), situada em um fragmento florestal com aproximadamente 65 ha e vegetação bastante alterada, com várias clareiras e sob forte pressão antrópica (extrativismo, caça, resíduos domésticos e hospitalares, corte de madeira, desabrigados).

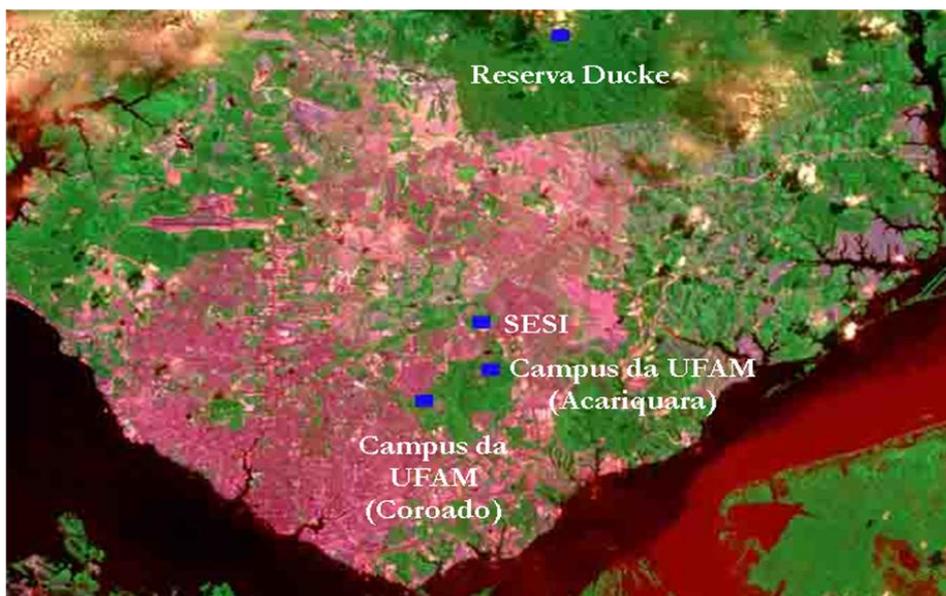


Figura 1. Imagem de satélite da cidade de Manaus, destacando as áreas de estudo.

Fonte: LANDSAT, 2001

## 2.2 Coleta dos dados

Dentro de cada fragmento, foram estabelecidas quatro parcelas de 250 x 10 m (total de 1 ha) com espaçamento de 100 m entre elas. Cada parcela foi subdividida em 25 subparcelas de 10 x 10 m, totalizando em cada área 100 subparcelas (1ha). Todos os indivíduos com DAP (diâmetro à altura do peito = 1,30 m) igual ou superior a 5 cm foram marcados, coletados e identificados.

As identificações das espécies foram realizadas com utilização do “Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central” (Ribeiro *et al.* 1999), por comparação com material herborizado (Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) e procedimento usual com chaves de identificação (Goldberg & Smith 1975; Barroso 1949). Para elucidação de dúvidas taxonômicas, e confirmações, posteriormente foi solicitada o auxílio de especialistas. Os nomes adotados para as famílias seguem o sistema de classificação APG II (Souza & Lorenzi 2005).

## 2.3 Análise dos dados

A composição florística entre o número de indivíduos em cada espécie, bem como o número de táxons contidos nas categorias (taxonômicas) superiores consideradas (i.e. gêneros e famílias), foram comparado dentro de cada área e entre áreas. Utilizou-se o índice de similaridade de Jaccard baseado em espécies para medir o compartilhamento taxonômico entre as áreas (Legendre & Legendre, 1998).

A fim de identificar o padrão mais forte de substituição taxonômica ao longo do gradiente de perturbação antrópica hipotetizado, fez-se uma análise direta de gradiente (McCunne & Grace 2002; Magnusson & Mourão 2005). Esta análise consiste na ordenação de uma tabela de composição taxonômica em diferentes locais em referência a uma variável de interesse, com base no valor médio de abundância assumido por cada táxon ao longo desta variável. Esta tabela pode, então, ser traduzida em um gráfico composto, no qual a abundância relativa de cada táxon é distribuída ao longo do gradiente de referência. No presente estudo, cada área foi pontuada segundo uma escala ordinal crescente de perturbação antrópica:

1, 2, 3 e 4 para a Reserva Ducke, Acariquara, Coroado e SESI, respectivamente. A ordenação direta então foi executada sobre uma tabela contendo o número de indivíduos por família botânica nos diferentes locais. A análise direta de gradiente foi realizada no programa computacional R, versão 2.10.2 (R Core Development Team 2008).

### 3. Resultados

Nas quatro áreas de estudo foram amostrados, no total, 3981 indivíduos distribuídos em 600 espécies, 228 gêneros e 61 famílias.

Na Reserva Ducke, foram identificados 1017 indivíduos distribuídos em 363 espécies, 79 gêneros e 50 famílias. Nove famílias apenas somaram 72,17% do total de indivíduos amostrados nesta área, sendo elas: Fabaceae, Burseraceae, Lecythidaceae, Moraceae, Sapotaceae, Meliaceae, Arecaceae, Euphorbiaceae e Annonaceae (Apêndice 1). As 41 famílias restantes contribuíram com 27,82% dos indivíduos.

Para o Acariquara, obteve-se 1274 indivíduos distribuídos em 260 espécies, 76 gêneros e 43 famílias. Nesta área, 14 famílias foram representadas por 82,65% do total de indivíduos amostrados, sendo elas: Arecaceae, Myrsinaceae, Moraceae, Malvaceae, Burseraceae, Fabaceae, Lecythidaceae, Chrysobalanaceae, Meliaceae, Violaceae, Annonaceae, Lauraceae, Sapotaceae e Melastomataceae (Apêndice 1).

Para o Coroado, foram catalogados 1043 indivíduos representando 153 espécies, 58 gêneros e 36 famílias. Esta área teve 71,24% do total de indivíduos distribuídos em sete famílias: Arecaceae, Salicaceae, Myrtaceae, Melastomataceae, Euphorbiaceae, Fabaceae e Moraceae (Apêndice 1).

Finalmente, no SESI registrou-se 648 indivíduos em 68 espécies, 31 gêneros e 25 famílias (Apêndice 1). Para a área sete famílias contribuíram com 78,55% do total de indivíduos amostrados: Arecaceae, Anacardiaceae, Fabaceae, Hypericaceae, Melastomataceae, Lauraceae e Myrtaceae. Os demais 21,45% foram distribuídos nas 18 famílias restantes. Em todas as áreas, várias famílias são representadas por apenas um indivíduo (Apêndice 1).

Os índices de similaridade de Jaccard indicam que, em geral, as quatro áreas compartilham poucas espécies entre si (Tabela 1). Além disso, é possível notar uma escala de similaridade decrescente entre as áreas no seguinte sentido: RFAD → Acariquara → Coroadó → SESI. Do total de 628 espécies observadas, entre as que apresentaram com mais de cinco indivíduos somente 23 (3,68%) ocorreram em duas ou mais das quatro áreas estudadas (Tabela 2). As espécies compartilhadas pela Reserva Ducke e Acariquara somaram 135, enquanto que aquelas compartilhadas por Coroadó e SESI compuseram um total de 27 espécies (Tabela 2).

Tabela 1. Índices de similaridade de Jaccard entre as quatro áreas de estudo.

	Ducke	Acariquara	Coroadó
<b>Ducke</b>			
<b>Acariquara</b>	0.24771		
<b>Coroadó</b>	0.12775	0.16751	
<b>SESI</b>	0.0489	0.061972	0.14835

Tabela 2. Listas de espécies encontradas no clube do SESI, Coroadó, Acariquara e Reserva Ducke, com no mínimo cinco indivíduos, que ocorrem em pelo menos duas das quatro áreas de estudo.

Família	Espécie	Sesi	Coroadó	Acariquara	Ducke
<b>Anacardiaceae</b>					
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl	108	31	2	
<b>Annonaceae</b>					
	<i>Bocageopsis multiflora</i> (Mart.) R.E.Fr.	2	22	10	3
<b>Arecaceae</b>					
	<i>Astrocaryum aculeatum</i> G. Mey	9	65		
	<i>Astrocaryum gynacanthum</i> Mart.	3	35	30	7
	<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	61	35	15	
	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	30	3		12
	<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	25	3	152	6
	<i>Syagrus inajai</i> (Spruce) Becc.	11	25	22	7

<b>Bignoniaceae</b>				
	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	5	13	2
<b>Euphorbiaceae</b>				
	<i>Croton lanjouwensis</i> Jabl.	9	38	1
	<i>Mabea speciosa</i> Mull. Arg.		6	16
	<i>Nealchornea yapurensis</i> Huber		8	5
<b>Fabaceae</b>				
<b>Faboideae</b>				
	<i>Bocoa viridiflora</i> (Ducke) R. S. Cowan	1	12	7
<b>Fabaceae</b>				
<b>Mimosoideae</b>				
	<i>Inga</i> sp.	28	15	2
	<i>Zygia racemosa</i> (Ducke) Barneby & J.W. Grimes	4	9	13
<b>Lecythidaceae</b>				
	<i>Eschweilera truncata</i> A.C. Sm.		18	6
<b>Malvaceae</b>				
	<i>Scleronema micranthum</i> Ducke		13	8
	<i>Theobroma sylvestre</i> Mart.	1	70	16
<b>Melastomataceae</b>				
<b>ae</b>				
	<i>Miconia dispar</i> Benth.	1	17	14
	<i>Miconia poeppigui</i> (SW.) Griseb.	5	35	
<b>Moraceae</b>				
	<i>Ficus maxima</i> Miller	19	16	
	<i>Helianthostylis sprucei</i> Baill.	5	4	7
<b>Myrtaceae</b>				
	<i>Myrcia servata</i> Mc Vaugh	29	136	
<b>Violaceae</b>				
	<i>Rinorea</i> sp.	25	15	2

A análise direta de gradiente revelou uma forte substituição de famílias ao longo do gradiente de perturbação hipotetizado (figura 3). A composição de famílias do Acariquara é, em grande parte, um subconjunto da composição da RFAD, assim como a composição do Coroadó representa principalmente um subconjunto de

Acariquara e RFAD. Já a composição do SESI destoa das demais por abranger um conjunto essencialmente distinto e particular de famílias. Além disto, a substituição taxonômica ao longo do gradiente crescente de antropização (RFAD → SESI) tende à perda de famílias. Este gradiente parece polarizar a presença de certas famílias: Polygalaceae, Nyctaginaceae, Myrsinaceae, Marcgraviaceae, Hugoniaceae e Goupiaceae estão confinadas à extremidade menos antropizada do gradiente (i.e. RFAD), enquanto que Caricaceae, Rhabdodendraceae, Solanaceae e Hypericaceae ocorrem predominantemente no extremo oposto (i.e. SESI – Figura 3).

Em termos de espécies exclusivas e comuns, a RFAD teve maior influência das espécies exclusivas em sua estrutura. Foram registradas 213 espécies que ocorreram apenas na RFAD, por exemplo, *Protium hebetatum*, *Geissospermum argenteum*, *Swartzia cuspidata*, *Naucleopsis caloneura*, *Pausandra macropetala*, *Protium strumosum* e (Apêndice 2). Estas mesmas espécies também estão entre as abundantes (apresentaram um número maior ou igual a dez indivíduos na amostragem). No extremo oposto, do total de espécies registradas para a RFAD, 199 espécies (54,82% da riqueza) foram representadas por apenas um indivíduo, o que corresponde a 19,56% do total dos indivíduos amostrados.

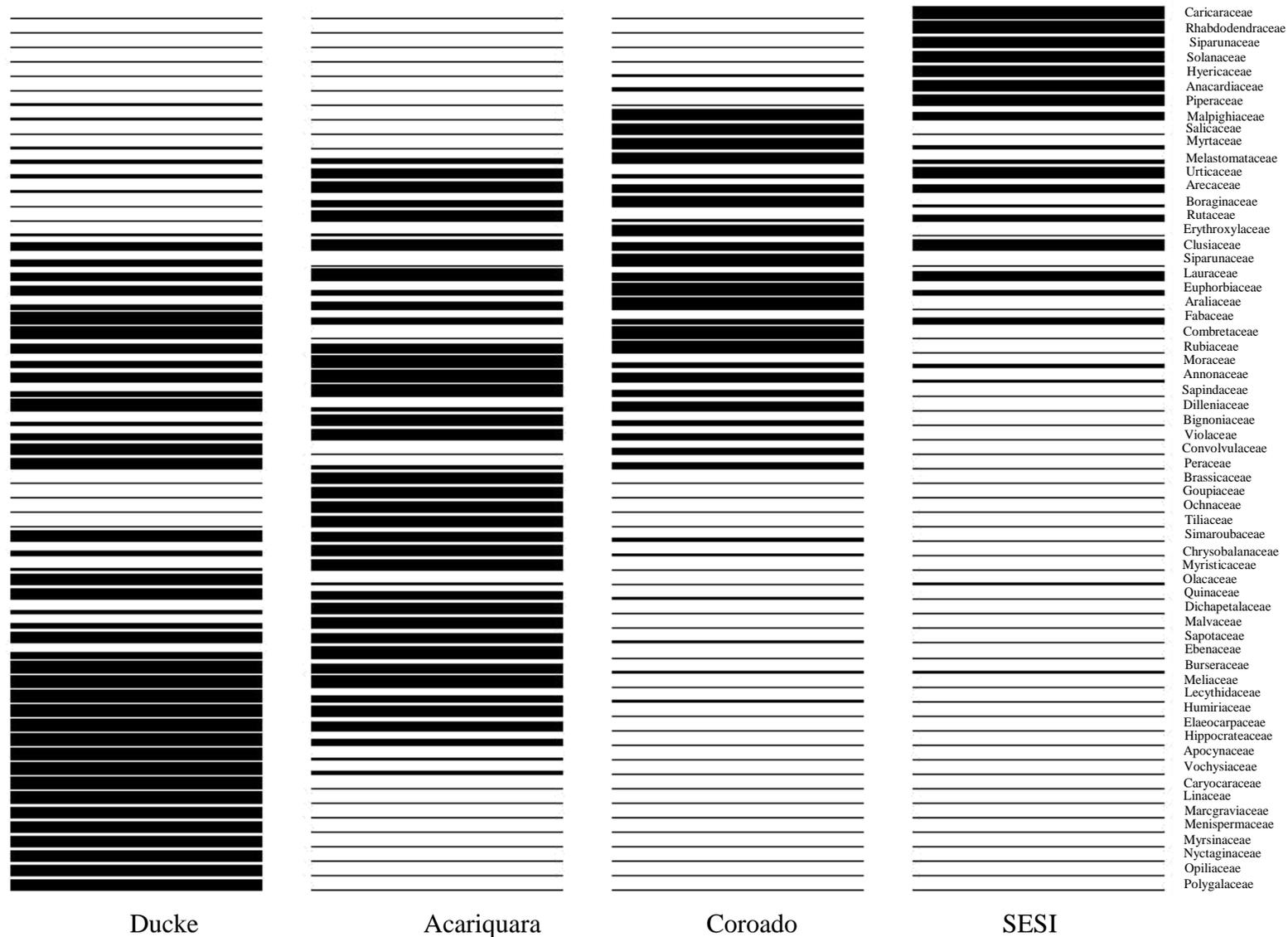


Figura 3: Ordenação direta das quatro áreas de estudo em função de suas composições de famílias. As barras negras representam o número de indivíduos de uma dada família em uma dada área, padronizado pelo número total de indivíduos da família.

No Acariquara, 34 espécies apresentaram um número igual ou superior a dez indivíduos. No entanto, apenas as espécies *Virola venosa*, *Ocotea cujumari*, *Licania longistyla*, *Eschweilera coriacea* e *Talisia* sp. foram exclusivas desta área (Apêndice 2). Neste sítio, 108 espécies (41,53% da riqueza) foram representadas por apenas um indivíduo. Essas espécies representam 8,48% do total de indivíduos amostrados nesta área.

No Coroadó, 21 espécies apresentaram mais de 10 indivíduos. Destas, *Byrsonima chysophilla*, *Palicourea guianensis* e *Miconia poeppigii* foram exclusivas desta área (Apêndice 1). Ainda nesta área, 81 espécies foram representadas por apenas um indivíduo, correspondendo a 52,94% da riqueza e 7,76% da abundância.

O SESI apresentou 17 espécies com mais de 10 indivíduos: *Siparuna guianensis* (Apêndice 2), Esta espécie ocorreu exclusivamente nesta área. Outras 25 espécies apresentaram apenas um indivíduo, o que correspondeu a 36,76% da riqueza e 3,86% da abundância.

As espécies *Astrocaryum aculeatum*, *Myrcia servata*, *Ficus maxima* e *Myrcia* sp. foram abundantes e exclusivas das áreas mais perturbadas (Coroadó e SESI – Apêndice 2).

#### 4. Discussão

Claramente, a composição florística das áreas estudadas reflete o histórico de perturbação antrópica, conforme hipotetizado. Isto ficou evidente tanto segundo os índices de similaridades em nível de espécie quanto pela análise de gradiente em nível de famílias.

A elevada riqueza de espécies observada nas áreas menos antropizadas neste estudo (367 na RFAD e 315 no Acariquara) não são diretamente comparáveis com a maioria dos estudos florísticos, uma vez que, neste trabalho, utilizou-se um valor de DAP para inclusão ( $\geq 5$  cm) menor que o normalmente descrito na literatura. Ainda assim, os resultados aqui relatados para estas duas florestas em melhor estado de conservação estão de acordo com a grande diversidade relatada por outros levantamentos realizados em diferentes locais da Amazônia (Silva *et al.* 1992, Lima Filho *et al.* 2001, Saito *et al.* 2003). Por exemplo, Oliveira & Mori (1999)

encontraram 285 espécies/ha ( $\geq 10$ cm DAP), e Bolhman *et al.* (2008), 263/ha ( $\geq 10$ cm DAP). Oliveira e Amaral (2004) encontraram 239 espécies/ha incluindo árvores, palmeiras e lianas com DAP  $\geq 10$  cm, distribuídas em 120 gêneros e 50 famílias em uma floresta de terra firme a noroeste de Manaus. Em geral, em florestas de terra firme, poucas famílias apresentam um elevado número de indivíduos, enquanto que a maioria contribui com poucos representantes.

As composições florísticas da RFAD e do Acariquara são diversificadas e dominadas por espécies localmente raras. Nos resultados registrados por Tello (1994) para uma comunidade de platô na Reserva Ducke, as famílias mais representativas em número de indivíduos e espécies foram: Sapotaceae, Caesalpinaceae, Moraceae, Lauraceae, Mimosaceae, Lecythidaceae, Chrysobalanaceae e Burseraceae. A família Arecaceae, um grupo emblemático em florestas tropicais, apresentou maior abundância no Acariquara, com 192 indivíduos, dos quais 129 pertenceram a *Oenocarpus bacaba*. Tello *et al.* (2008), em trabalho também realizado no fragmento florestal da UFAM, registraram *O. bacaba* 99 vezes, representando 11,3% do total de indivíduos amostrados. Forsberg (1999) descreveu a composição florística do Campus da UFAM, classificando-a em três categorias: floresta densa, floresta aberta e campinarana. Comparando as espécies mais abundantes do presente estudo no Acariquara e no Coroado com aquelas de floresta densa e aberta identificadas por Forsberg, respectivamente, nota-se grande similaridade entre os dois conjuntos de dados. Isto pode ser devido à lenta sucessão florística nestas áreas do Campus ao longo da última década, mas também sugere a manutenção da viabilidade dos bancos de sementes nestes locais.

A particularidade de como cada espécie ocupa as diferentes dimensões do nicho nas florestas pode ser o fator determinante das diferenças de abundância de uma mesma espécie entre locais, bem como entre a composição de espécies entre as áreas deste estudo (Whitmore 1990; Bazzaz 1991). Sabe-se que a fragmentação florestal está associada a uma série de modificações ambientais, tais como aumento da perturbação por ventos, aumento da temperatura e redução da umidade (Laurence *et al.* 2001). Estas alterações podem, por sua vez, afetar o equilíbrio competitivo da comunidade, bem como a manutenção de interações fundamentais à sobrevivência e reprodução das espécies (Begon *et al.* 2006). Além disto, o fato da maior parte da riqueza de espécies e da abundância estar concentrada em

relativamente poucas famílias sugere que a composição das comunidades estudadas é fortemente restringida pela filogenia, i.e. por adaptações compartilhadas pelas espécies das famílias mais abundantes, tal como maior tolerância ao estresse hídrico (Schulze *et al.* 2005).

A presença de *Byrsonima chrysophylla*, bem como de *Myrcia* sp. e *Casearia grandiflora* com grande abundância, ratifica que a vegetação no SESI se encontra em estágio de sucessão inicial (Bentos *et al.* 2008). De modo similar, o Coroadó mostra evidências de ser uma capoeira recente. As famílias Salicaceae, Hypericaceae e Melastomataceae, presentes nesta área, são típicas de início de sucessão secundária e comuns em capoeiras de até 30 anos (Oliveira & Jardim, 1998; Baar *et al.* 2004). A ocorrência de espécies de Malpighiaceae e Melastomataceae, bem como a abundância relativamente elevada de Myrtaceae, é um bom indicador da manutenção da diversidade de interações ecológicas, tais como mutualismos planta-animal. Estas famílias possuem muitas espécies atrativas para vertebrados dispersores que, por sua vez, são elementos chave para a continuidade do processo sucessional (Rocha & Silva, 2002). Além disto, nesta mesma área foi registrada a presença de quatro espécies de Sapotaceae, uma família comum em florestas primárias (Silva *et al.* 1992; Almeida & Vieira 2001; Oliveira & Amaral 2004).

As florestas secundárias, de um modo geral, exercem importantes funções ecológicas, tais como: acúmulo de biomassa e nutrientes, manutenção de ciclos biogeoquímicos e conservação da qualidade do solo e da água em níveis comparáveis às florestas primárias (Denich 1991; Bentos *et al.* 2008), ainda que elas difiram muito de florestas primárias quanto a aspectos como riqueza, composição florística e estrutura (Brown & Lugo 1990; Andel 2001). Por outro lado, florestas secundárias podem readquirir riqueza, composição florística e estrutura próximas às originais (Silva *et al.* 1985; Andel 2001). Além disto, elas podem, desde que manejadas de forma adequada, produzir diversos produtos madeireiros e não-madeireiros comercializáveis. Desta forma, é possível que florestas secundárias como as do Coroadó e do SESI passem a fazer parte das atividades econômicas e sirvam como ferramenta para conscientização da importância da conservação dos ecossistemas de seu uso sustentável (Finegan 1992; Mesquita 2000; Carvalheiro *et al.*, 2001; Rocha & Silva 2002; Alvino *et al.* 2005).

## 5. Referências bibliográficas

- ALMEIDA, A.S. & VIEIRA, I.C.G. 2001. Padrões florísticos e estruturais de uma cronoseqüência de florestas no município de São Francisco do Pará, Região Bragantina, Pará. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Série Botânica 17(1):209-240.
- ALVINO, F.O., SILVA, M.F.F. & RAYOL, B.P. 2005. Potencial de uso das espécies arbóreas de uma floresta secundária, na Zona Bragantina, Pará, Brasil. Acta Amazonica 35(4):413-420.
- ANDEL, T.V. 2001. Floristic composition and diversity of mixed primary and secondary forests in Northwest Guyana. Biodiversity and Conservation 10(10):1645-1682.
- BAAR, R., CORDEIRO, M.R., DENICH, M. & FÖLSTER, H. 2004. Floristic inventory of secondary vegetation in agricultural systems of East-Amazonia. Biodiversity and Conservation 13(3):501-528.
- BARROSO, L.J. 1949. Chave para a determinação de gêneros indígenas e exóticos da família Lauraceae no Brasil. Rodriguésia, Rio de Janeiro.
- BAZZAZ, F.A. 1991. Regeneration of tropical forests: physiological responses of pioneer and secondary species. *In*: Rain forest regeneration and management. (A. Gómez-Pompa, T.C. Whitmore & M. Hadley , eds.). Unesco, Paris, p.91-118.
- BEGON, M., TOWNSEND, C.R. & HARPER, J.L. 2006. Ecology: from individuals to ecosystems. Blakwell Publishing, Oxford.
- BENTOS, T.V., MESQUITA, R.C.G. & WILLIAMSON, G.B. 2008. Reproductive Phenology of Central Amazon Pioneer Trees. Tropical Conservation Science 1:186-203.

- BOLHMAN, S.A., LAURANCE, W.F., LAURANCE, S.G.W., NASCIMENTO, H.E.M., FEARNside, P.M. & ANDRADE, A. 2008. Importance of soil, topography, and geographic distance in structuring central Amazonian tree communities. *Journal of Vegetation Science* 19:863–874.
- BOTREL, R.T., OLIVEIRA FILHO, A.T., RODRIGUES, L.A. & CURI, N. 2002. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 25:195-213.
- BROWN, S. & LUGO, A.E. 1990. Tropical secondary forests. *Journal of Tropical Ecology* 6(1):1-31.
- CARVALHEIRO, K.O., GONÇALVES, D.A., MATTOS, M.M. & FERREIRA, M.S.G. 2001. Agricultura familiar no Nordeste Paraense: informações preliminares como contribuição ao manejo sustentável da capoeira. Embrapa Amazônia Oriental/Cifor, Belém.
- COSTA, F.R.C, GUILLAUMET, J., LIMA, A.P. & PEREIRA, O.S. 2008. Gradients within gradients: The mesoscale distribution patterns of palms in a central Amazonian Forest. *Journal of Vegetation Science* 20:69-78.
- DENICH, M. 1991. Estudo da importância de uma vegetação secundária nova para o incremento da produtividade do sistema de produção na Amazônia Oriental Brasileira. Embrapa, Belém.
- DURIGAN, G., FRANCO, G.A.D.C., SAITO, M. & BAITELLO, J.B. 2000. Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 23:369-381.
- FERRAZ, S.F.B, VETORAZZI, C.A., THEOBALD, D.M. & BALLESTER, M.V.R. 2005. Landscape dynamics of Amazonian deforestation between 1984 and 2002 in

- central Rondônia, Brazil: assessment and future scenarios. *Forest Ecology and Management* 204(1):69-85.
- FINEGAN, B. 1992. El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. CATIE, Turrialba.
- FORSBERG, M.C.S. 1999. Protecting an urban forest reserve in the Amazon: a multiple scale analysis of edge effects, population pressure and institutions. Tese de Doutorado, Universidade de Indiana, Bloomington.
- GOLDBERG, A. & SMITH, L.B. 1975. Chaves para as famílias espermatofíticas do Brasil. National Museum of Natural History, Washington.
- KOHLHEPP, G. 2001. Amazonia 2000: An Evaluation of Three Decades of Regional Planning and Development Programmes in the Brazilian Amazon Region. *Amazoniana* 16 (3/4): 363-395.
- LAURANCE, W.E., PÉREZ-SALICRUP, D.R., DELAMÔNICA, P., FEARNSIDE, P.M., AGRA, S., JEROZOLINSKI, A., POHL, L. & LOVEJOY, T.E. 2001. Rain forests fragmentation and the structure of Amazonian liana communities. *Ecology* 82:105-116.
- LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. 1998. Numerical ecology. Elsevier, Amsterdam.
- LIMA FILHO, D.A., MATOS, F.D.A., AMARAL, I.L., REVILLA, J., COELHO, L.S., RAMOS, J.F. & SANTOS, J.L. 2001. Inventário florístico de floresta ombrófila densa de terra firme, na região do Rio Urucu-Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica* 31:565-79.
- MAGNUSSON, W. & MOURÃO, G. 2005. Estatística sem matemática: a ligação entre as questões e a análise. Planta, Londrina.

- MARQUES FILHO, A.O., RIBEIRO, M.N.G., SANTOS, H.M. & SANTOS, J. M. 1981. Estudos climatológicos da Reserva Florestal Ducke – Manaus – AM. IV. Precipitação. *Acta Amazonica* 11:759-768.
- MCCUNE, B. & GRACE, J.B. 2002. *Analysis of ecological communities*. MjM Software Design, Gleneden Beach.
- MESQUITA, R.C.G. 2000. Management of advanced regeneration in secondary forests of the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management* 130(1/3):131-140.
- OIMT. 2003. *Directrices de la OIMT para la restauración, ordenación y rehabilitación de bosques tropicales secundarios y degradados*. OIMT, Yokohama.
- OLIVEIRA FILHO, A.T., ALMEIDA, R.J., MELLO, J.M. & GAVILANES, M.L. 1994. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho da mata ciliar do córrego dos Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). *Revista Brasileira de Botânica* 17:67-85.
- OLIVEIRA FILHO, A.T. & RATTER, J.A. 1995. A study of the origin of Central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Edinburgh Journal of Botany* 52:141-194.
- OLIVEIRA FILHO, A.T., CURI, N., VILELA, E.A. & CARVALHO, D.A. 1998. Effects of canopy gaps, topography, and soils on the distribution of woody species in a Central Brazilian Deciduous Dry Forest. *Biotropica* 30(3):362-375.
- OLIVEIRA, A. A. 1997. *Diversidade, estrutura e dinâmica do comportamento arbóreo de uma floresta de terra firme de Manaus, Amazonas*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- OLIVEIRA, A. A. & MORI, S. 1999. A central Amazonian terra firme Forest I. High tree species richness on poor soils. *Biodiversity Conservation* 8:1219-1244.

- OLIVEIRA, A.A. & NELSON, B.W. 2001. Floristic relationships of terra firme forests in the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management* 146: 169–179.
- OLIVEIRA, F.P.M., JARDIM M.A.G. 1998. Composição florística de uma floresta secundária no município de Igarapé-Açú, Estado do Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica* 14(2):127-144.
- OLIVEIRA, A.N. & AMARAL, I.L. 2004. Florística e Fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*. 34(1): 21-34.
- OLIVEIRA, A.N., AMARAL, I.L., RAMOS, M.B.P., NOBRE, A.D., COUTO, L.B. & SAHDO, R.M. 2008. Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta amazonica* 38(4): 627-642.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2009. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- RIBEIRO, J.E.L.S., HOPKINS, M.J.G., VICENTINI, A., SOTHERS, C.A., COSTA, M.A.S., BRITO, J.M., SOUZA, M.A.D., MARTINS, L.H.P., LOHMANN, L.G., ASSUNÇÃO, P.A.C.L., PEREIRA, E.C.; SILVA, C.F.; MESQUITA, M.R. & PROCÓPIO, L.C. 1999. Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- ROCHA, A.E.S. & SILVA, M.F.F. 2002. Catálogo de espécies de floresta secundária. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém.
- RODRIGUES, R.R. & NAVE, A.G. 2000. Heterogeneidade florística das matas ciliares. *In: Matas ciliares: conservação e recuperação.* (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho, eds.). Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, p.45-71.

- ROSSI, L.M.B. 1994. Aplicação de diferentes métodos de análise para determinação de padrão espacial de espécies arbóreas da floresta tropical úmida de terra firme. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- SAITO, S., SAKAI, T., NAKAMURA, S. & HIGUCHI, N. 2003 Three types of seedlings establishments of tree species in na Amazonian terra-firme forest. *In*: Projeto Jacaranda fase II: pesquisas florestais na Amazônia Central (N. HIGUCHI, J. SANTOS, P.T.B. SAMPAIO, R.A. MARENCO, J. FERRAZ, P.C. SALES, M. SAITO & S. MATSUMOTO, eds.). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, p.31-41.
- SCHULZE, E.D., BECK, E. & MÜLLER-HOHENSTEIN, K. 2005. Plant Ecology, Springer, Germany.
- SHERRATT, T.N. & WILKINSON, D.M. 2009. Big questions in ecology and evolution. Oxford University Press, Oxford.
- SILVA, A.S.L., LISBOA, P.L.B. & MACIEL, U.N. 1992. Diversidade florística e estrutura em floresta densa da bacia do rio Juruá - AM. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica 8(2): 203-258.
- SILVA, J.N.M., CARVALHO, J.O.P., LOPES, J.C.A. & MONTAGNER, L.H. 1985. Regeneração natural de *Vochysia maxima* Ducke em floresta secundária no planalto do Tapajós, Belterra, PA. Boletim de pesquisa Florestal 10/11:1-37.
- SOUZA, V.C., LORENZI, H. 2005. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- TELLO, J.C.R. 1994. Aspectos fitossociológicos das comunidades vegetais de uma toposseqüência da Reserva Florestal Ducke do INPA, Manaus-AM. Tese de

doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

TELLO J.C.R., NASCIMENTO, I.M., LOPES, V.A., SARAIVA, B.S.A, PAZ, C.J. 2008. Composição florística e estrutura fitossociológica da floresta ambrófila. *Revista Forestal Venezolana* 52(2):149-158.

TERBORGH, I. & ANDRESEN, E. 1998. The Composition of Amazonian Forests: Patterns at Local and Regional Scales. *Journal of Tropical Ecology* 14: 645-664.

TER STEEGE, H., PITMAN, N., SABATIER, D., CASTELLANOS, H., HOUT, P. V. D., DALY, D. C., SILVEIRA M., PHILLIPS, O., VASQUEZ R., ANDEL, T. V., DUIVENVOORDEN J., OLIVEIRA, A. A., EK, R., LILWAH, R., THOMAS, R., ESSEN, J. V., BAIDER C., MAAS, P.; MORI, S., TERBORGH, J., VARGAS, P.N., MOGOLLO'N, H., MORAWETZ, W. 2003. A Spatial Model of Tree diversity and Tree Density for the Amazon. *Biodiversity and Conservation* 12: 2255-2277.

TUOMISTO, H., RUOKOLAINEN, K & YTI-HALLA, M. 2003. Dispersal, environment, and floristic variation of western Amazonian forests. *Science* 299:241-244.

WHITMORE T.C. 1990. *An Introduction to Tropical Rain Forests*. Clarendon Press, Oxford.

Apêndice 1. Famílias presentes nas quatro áreas de estudo com número de espécies e (indivíduos).

<b>Família</b>	<b>SESI</b>	<b>Coroado</b>	<b>Acariquara</b>	<b>Ducke</b>	<b>Total</b>
<b>Anacardiaceae</b>	2(111)	1(31)	2(3)		5(144)
<b>Annonaceae</b>	4(6)	9(36)	12(44)	19(37)	44(123)
<b>Apocynaceae</b>	1(1)	1(1)	3(3)	8(37)	13(42)
<b>Araliaceae</b>		1(3)	2(2)	1(1)	4(6)
<b>Arecaceae</b>	9(148)	6(166)	4(219)	6(43)	25(576)
<b>Bignoniaceae</b>		2(6)	1(13)	2(4)	5(23)

<b>Boraginaceae</b>	2(3)	3(23)	1(14)	1(2)	7(42)
<b>Brassicaceae</b>			1(1)		1(1)
<b>Burseraceae</b>	2(5)	3(8)	20(83)	19(119)	44(215)
<b>Caricaceae</b>	1(1)				1(1)
<b>Caryocaraceae</b>				1(2)	1(2)
<b>Celastraceae</b>			1(1)	2(2)	3(3)
<b>Chrysobalanaceae</b>		3(7)	18(51)	10(22)	31(80)
<b>Clusiaceae</b>	1(9)	5(7)	5(9)	6(7)	17(32)
<b>Combretaceae</b>		1(1)		1(1)	2(2)
<b>Convolvulaceae</b>		1(1)		1(2)	2(3)
<b>Dichapetalaceae</b>			2(18)	2(6)	4(24)
<b>Dilleniaceae</b>		3(3)	1(1)	2(4)	6(8)
<b>Ebenaceae</b>			2(4)	1(2)	3(6)
<b>Elaeocarpaceae</b>			3(5)	3(7)	6(12)
<b>Erythroxylaceae</b>		3(12)	3(3)	3(3)	9(18)
<b>Euphorbiaceae</b>	3(16)	3(52)	3(15)	6(37)	15(120)
<b>Fabaceae</b>	9(80)	21(51)	30(68)	60(143)	120(342)
<b>Goupiaceae</b>			1(2)		1(2)
<b>Humiriaceae</b>			4(5)	2(6)	6(11)
<b>Hypericaceae</b>	2(59)	2(9)	1(2)		3(70)
<b>Lauraceae</b>	5(32)	7(27)	11(41)	15(26)	38 (126)
<b>Lecythidaceae</b>	1(1)	4(5)	9(54)	21(100)	35 (160)
<b>Linaceae</b>				1(1)	1(1)
<b>Malpigiaceae</b>	1(10)	2(14)		2(2)	5 (26)
<b>Malvaceae</b>		1(1)	3(84)	9(36)	13 (121)
<b>Marcgraviaceae</b>				1(1)	1(1)
<b>Melastomataceae</b>	6(42)	10(115)	9(54)	12(29)	37(240)
<b>Meliaceae</b>			12(44)	10(45)	32(89)
<b>Menispermaceae</b>				2(3)	2(3)
<b>Moraceae</b>	4(22)	14(46)	15(107)	18(54)	51(229)
<b>Myristicaceae</b>		2(2)	18(108)	11(18)	31(128)
<b>Myrsinaceae</b>				1(1)	1(1)
<b>Myrtaceae</b>	6(37)	10(155)	4(14)	19(30)	39(236)

<b>Nyctaginaceae</b>				1(2)	1(2)
<b>Ochnaceae</b>			2(2)		2(2)
<b>Olacaceae</b>	1(2)	1(1)	1(3)	3(14)	6 (20)
<b>Opiliaceae</b>				1(1)	1(1)
<b>Peraceae</b>		2(2)	1(1)	1(4)	4 (7)
<b>Piperaceae</b>	1(11)			1(1)	2(12)
<b>Polygalaceae</b>				1(1)	1(1)
<b>Quiinaceae</b>		1(2)	2(7)	4(9)	7 (18)
<b>Rhabdodendraceae</b>	1(1)				1(1)
<b>Rubiaceae</b>		4(35)	7(26)	15(28)	26 (89)
<b>Rutaceae</b>	1(5)	1(1)	3(8)		5 (14)
<b>Salicaceae</b>	1(1)	5(158)	2(2)	5(10)	13 (171)
<b>Sapindaceae</b>		5(11)	9(19)	7(7)	21 (37)
<b>Sapotaceae</b>		4(8)	15(45)	23(53)	42 (106)
<b>Simaroubaceae</b>		2(3)	4(8)	3(9)	9(20)
<b>Siparumaceae</b>	1(14)				1(14)
<b>Siparunaceae</b>		3(4)		2(2)	5(6)
<b>Solanaceae</b>	1(4)				1 (4)
<b>Tiliaceae</b>			1(4)		1 (4)
<b>Urticaceae</b>	2(27)	5(7)	6(24)	5(9)	18 (67)
<b>Violaceae</b>		2(29)	5(51)	8(27)	15 (107)
<b>Vochysiaceae</b>			1(2)	5(7)	6 (9)
<b>Total</b>	<b>68 (648)</b>	<b>153 (1043)</b>	<b>260 (1274)</b>	<b>363(1017)</b>	<b>852 (3981)</b>

Apêndice 2. Relação das espécies com suas respectivas áreas de ocorrências e número de indivíduos.

Família	Espécie	SESI	Coroado	Acariquara	Ducke
<b>Anacardiaceae</b>					
	<i>Strychnus</i> sp.			1	
	<i>Spondias mombin</i> L.ssp. <i>mombin</i>	3			
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	108	31	2	
<b>Annonaceae</b>					
	<i>Anaxagorea brevipes</i> Benth.				1
	<i>Anaxagorea</i> sp.				1
	<i>Annona foetida</i> Mart.				4
	<i>Bocageopsis multiflora</i> (Mart.) R.E.Fr.	2	22	10	3
	<i>Bocageopsis pleiosperma</i> Maas				1
	<i>Bocageopsis</i> sp.				3
	<i>Duguetia megalocarpa</i> Maas				1
	<i>Duguetia pycnastera</i> Sandwith				2
	<i>Duguetia stelechantha</i> (Diels) R.E.Fr.				2
	<i>Duguetia surinamensis</i> R.E.Fr.		1		
	<i>Duguetia ulei</i> (Diels) R.E.Fr.		1		
	<i>Ephedranthus amazonicus</i> R.E.FR.			13	2
	<i>Fusaea longifolia</i> (Aubl.) Saff.				5
	<i>Guatteria megalophylla</i> Diels			1	
	<i>Guatteria olivaceae</i> R.E.Fr.		5	2	
	<i>Guatteria scytophylla</i> Diels		2	1	
	<i>Guatteria</i> sp.		1	3	1
	<i>Guatteria</i> sp2	1			
	<i>Guatteriopsis friesiana</i> W. A. Rodrigues				1
	<i>Maumea manausensis</i> Maas & Miralha				1
	<i>Pseudoxandra coriacea</i> R.E. Fr.			1	3

<i>Pseudoxandra</i> R.E. Fr.				1
<i>Rollinia insignis</i> R.E.Fr.	1	2	5	
<i>Unonopsis guatterioides</i> (ADC.) R.E.Fr.		1	1	3
<i>Unonopsis</i> sp.			2	
<i>Xylopia amazonica</i> R.E.Fr.	2			
<i>Xylopia benthamii</i> R.E.Fr.		1	3	
<i>Xylopia crinita</i> R.E.Fr.			2	1
<i>Xylopia nitida</i> Duval				1
<b>Apocynaceae</b>				
<i>Ambelania acida</i> Aubl.				8
<i>Aspidosperma marcgravianum</i> Woodson				1
<i>Aspidosperma nitidum</i> Benth.				1
<i>Aspidosperma</i> sp.				1
<i>Couma</i> sp.			1	
<i>Couma utilis</i> (Mart.) Mull. Arg.	1			
<i>Geissospermum argenteum</i> Woodson				20
<i>Geissospermum urceolatum</i> A.H.Gentry			1	1
<i>Himatanthus bracteatus</i> (ADC.) Woodson		1		
<i>Tabernaemontana angulata</i> Mart. Ex Mull. Arg.				4
<i>Tabernaemontana flavicans</i> Willd. Ex Roem & Schult.				1
<i>Tabernaemontana muricata</i> Link ex roem. & Schult.			1	
<b>Araliaceae</b>				
<i>Dendropanax macopodus</i> (Harms) Harms			1	
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Frodin		3	1	1
<b>Arecaceae</b>				
<i>Astrocaryum aculeatum</i> G.Mey.	9	65		
<i>Astrocaryum gynacanthum</i> Mart.	3	35	30	7
<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	59	35	15	
<i>Euterpe precatória</i> Mart.	30	3		12

<i>Mauritia flexuosa</i> (Kunth) Burret.	1			
<i>Mauritiella aculeata</i> (Kunth) Burret	9			
<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	25	3	152	6
<i>Oenocarpus minor</i> Mart.	1			9
<i>Socrotea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.				2
<i>Syagrus inajai</i> (Spruce) Becc.	11	25	22	7
<b>Bignoniaceae</b>				
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don		5	13	2
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nichols		1		2
<b>Boraginaceae</b>				
<i>Cordia exaltata</i> Lam.	1			
<i>Cordia naidophylla</i> Johnston		1		
<i>Cordia nodosa</i> Lam.	2	3	14	
<i>Cordia</i> sp.		19		2
<b>Brassicaceae</b>				
<i>Morisonia</i> sp.			1	
<b>Burseraceae</b>				
<i>Crepidospermum rhoifolium</i> (Benth.) Triana & Planchon				4
<i>Crepidospermum</i> sp				1
<i>Dacryodes nitens</i> Cuatrec.			1	
<i>Protium altosonii</i> Sandwith				4
<i>Protium amazonicum</i> (Cuatrec.) Daly			3	
<i>Protium apiculatum</i> Swart			10	4
<i>Protium</i> cf. <i>rubrum</i> Cuatrec.			3	1
<i>Protium crassipetalum</i> Cuatrec.			2	
<i>Protium decandrum</i> (Aubl.) March.			2	1
<i>Protium divaricatum</i> Engl. ssp. <i>divaricatum</i>			3	3
<i>Protium ferrugineum</i> (Engl.) Engl.				1
<i>Protium gallosum</i> Daly				1

<i>Protium giganteum</i> Engl.var. <i>giganteum</i>				1
<i>Protium grandifolium</i> Engl.			1	1
<i>Protium hebetatum</i> Daly				39
<i>Protium heptaphyllum</i> Aubl. <i>March.ssp. ulei</i> (Swart) Daly			2	
<i>Protium opacum</i> Swart ssp <i>opacum</i>			1	
<i>Protium paniculatum</i> Engl.			2	
<i>Protium paniculatum</i> engl. var. "nova"			2	
<i>Protium paniculatum</i> var. <i>ridelianum</i> (Engl.) Daly			1	
<i>Protium ridelianum</i> var. <i>ridelianum</i> (Engl.) Daly.			3	
<i>Protium robustum</i> (Swart) Porter				2
<i>Protium</i> sp.	4		34	36
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.		1	6	
<i>Protium strumosum</i> Daly				11
<i>Protium tenuifolium</i> (Engl.) Engl.				1
<i>Protium trifoliolatum</i> Engl.				6
<i>Protium</i> var. <i>ridelianum</i> Engl.			1	
<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze				1
<i>Thattinickia</i> sp.	1	3		
<i>Trattinnickia glaziovii</i> Swart			3	
<i>Trattinnickia peruviana</i> Loes.			1	1
<i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd.		4	2	
<b>Caricaraceae</b>				
<i>Carica papaya</i> L.		1		
<b>Caryacaraceae</b>				
<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.				2
<b>Chrysobalanaceae</b>				
<i>Couepia canomensis</i> (Mart.) Benth ex Hook. F.			2	
<i>Couepia guianensis</i> Aubl. ssp. <i>guianensis</i> (Miq.) Prance				1
<i>Couepia longipendula</i> Pilg.			7	1

<i>Couepia magnoliifolia</i> Benth. Ex Hook.f.		2	
<i>Couepia</i> sp.		2	2
<i>Couepia ulei</i> Pilg.		3	
<i>Hirtella araguariensis</i> Prance		1	
<i>Hirtella hispidula</i> Miq.		1	
<i>Hirtella myrmecophila</i> Pilg.			2
<i>Hirtella rodriguesii</i> Prance.		1	
<i>Hirtella</i> sp.		1	
<i>Licania bracteata</i> Prance			1
<i>Licania canella</i> (Meissn.) Kosterm ssp. <i>canella</i>		1	1
<i>Licania canella</i> (Meissn.) Kosterm.		3	
<i>Licania canescens</i> Benoist	1	1	
<i>Licania caudata</i> Prance		1	
<i>Licania heteromorpha</i> Benth.var. <i>heteromorpha</i>			4
<i>Licania hisurta</i> Prance		2	
<i>Licania laxiflora</i> Fritsch			1
<i>Licania longistyla</i> (Hook.f.) Fritsch		14	
<i>Licania micrantha</i> Miq.		3	
<i>Licania octandra</i> (Hoffmanns. ex R. & S.) ssp. <i>pallida</i> (Hook.f.) Prance		2	7
<i>Licania sandwithui</i> Prance		1	
<i>Licania</i> sp.	4	5	2
<b>Clusiaceae</b>			
<i>Caraipa</i> sp.			1
<i>Clusia panapanari</i> (Aubl.) Choisy			1
<i>Clusia renggerioides</i> Planch & Triana	9		
<i>Clusiela axillaris</i> (Engl.) Cuatrec.		2	
<i>Dystovomita brasiliensis</i> D'Arcy			1
<i>Garcinia madruno</i> (Kunth in H.B.K.) Hammel	1	2	1
<i>Garcinia</i> sp.		2	

	<i>Lorostemon bombaciflorum</i> Ducke		1	
	<i>Lorostemon</i> sp.	1		
	<i>Moronobea coccinea</i> Aubl.		3	
	<i>Moronobea</i> sp.	2		
	<i>Symphonia globulifera</i> L.			2
	<i>Tovomita</i> sp.	1	1	1
<b>Combretaceae</b>				
	<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	1		1
<b>Convolvulaceae</b>				
	<i>Dicranostyles laxa</i> Ducke	1		
	<i>Dicranostyles longifolia</i> Ducke			2
<b>Dichapetalaceae</b>				
	<i>Tapura amazonica</i> Poepp. & Endl. var. <i>manausensis</i> Prance & Silva		7	2
	<i>Tapura guianensis</i> Aubl.		11	4
<b>Dilleniaceae</b>				
	<i>Doliocarpus brevipedicellatus</i> Cheesm.	1	1	
	<i>Doliocarpus dentatus</i> (Aubl.) Standl.	1		3
	<i>Doliocarpus macrocarpus</i> Mart. ex. Eichl.	1		
	<i>Doliocarpus</i> sp.			1
<b>Ebenaceae</b>				
	<i>Diospyros bullata</i> A.C.Sm.			2
	<i>Diospyros guianensis</i> (Aubl.) Guerke		1	
	<i>Diospyros</i> sp.		3	
<b>Elaeocarpaceae</b>				
	<i>Sloanea floribunda</i> Spruce ex Benth.		2	4
	<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.			2
	<i>Sloanea schomburgkii</i> Benth.		1	
	<i>Sloanea</i> sp.		2	1
<b>Erythroxylaceae</b>				

<i>Erythroxylum citrifolium</i> St. Hil.	4	1	1
<i>Erythroxylum mucronatum</i> Benth	5	1	1
<i>Erythroxylum</i> sp.	3	1	1
<b>Euphorbiaceae</b>			
<i>Aparisthium cordatum</i> Baill.	1	13	
<i>Conceveiba guianensis</i> Aubl.	6		2
<i>Croton lanjouwensis</i> Jabl.	9	38	1 2
<i>Mabea</i> sp.			1
<i>Mabea speciosa</i> Mull. Arg.			6 16
<i>Nealchornea yapurensis</i> Huber			8 5
<i>Pausandra macropetala</i> Ducke			11
<i>Sapium glandulatum</i> Pax.		1	
<b>Fabaceae Caesalpinioideae</b>			
<i>Bauhinia alata</i> Ducke			4
<i>Copaifera multijuga</i> Hayne			1
<i>Dialium guianensis</i> (Aublet.) Sandwith			1 2
<i>Elizabetha speciosa</i> Ducke			1
<i>Eperua glabriflora</i> (Ducke) R.S.Cowan	2		1 13
<i>Hymenaea intermedia</i> Ducke			2
<i>Hymenaea parvifolia</i> Spruce ex Benth.			2
<i>Macrolobium</i> sp.2			1
<i>Macrolobium suaveolens</i> Spruce ex Benth.			3
<i>Peltogyne paniculata</i> Benth.			1 2
<i>Sclerolobium guianense</i> Benth.			2
<i>Sclerolobium</i> sp.			1
<i>Tachigali</i> sp.			1 4
<i>Tachigali venusta</i> Dwyer			1
<b>Fabaceae Faboideae</b>			
<i>Andira micrantha</i> Ducke			1

<i>Andira parviflora</i> Ducke		1		
<i>Andira unifoliolata</i> Ducke				1
<i>Bocoa viridiflora</i> (Ducke) R.S.Cowan		1	12	7
<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard	7	5		
<i>Derris floribunda</i> (Benth.) Ducke				1
<i>Dipteryx adorata</i> (Aubl.) Willd.	4	6		
<i>Dipteryx punctata</i> (Blake) Amshoff				1
<i>Hymenolabium modestum</i> Ducke				1
<i>Hymenolobium sericeum</i> Ducke			1	
<i>Hymenolobium</i> sp.		1		
<i>Machaerium</i> sp.			2	1
<i>Machaerium</i> sp3			1	
<i>Ormosia grossa</i> Rudd				4
<i>Ormosia paraensis</i> Ducke				1
<i>Swartzia arborescens</i> (Aubl.) Pittier				2
<i>Swartzia cuspidata</i> Spruce ex Benth.				13
<i>Swartzia ingifolia</i> Ducke			1	2
<i>Swartzia lamellata</i> Ducke				1
<i>Swartzia oblanceolata</i> Sandwith				1
<i>Swartzia panacoco</i> (Aubl.) R.S. Cowar. var. <i>cardonae</i> (R.S.Cowan) R.S.Cowan				1
<i>Swartzia polyphylla</i> DC.			1	1
<i>Swartzia recurva</i> Poepp. In Poepp. & Endl.				1
<i>Swartzia reticulata</i> Ducke			1	1
<i>Swartzia schomburgkii</i> Benth. var. <i>guyanensis</i> R.S. Cowan				1
<i>Swartzia</i> sp.			6	1
<i>Taralea</i> sp.			1	
<i>Vouacapoua pallidor</i> Ducke			2	

**Fabaceae Mimosoideae**

<i>Abarema adenophora</i> (Ducke) Barneby & J.W. Grimes	3			
<i>Abarema cochleata</i> (Willd.) Barneby & J.W. Grimes				1
<i>Abarema jupumba</i> (Willd.) Britton & Killip	1			1
<i>Abarema</i> sp.	2			
<i>Balizia pedicellaris</i> (DC) Barneby & J.W. Grimes				1
<i>Dimorphandra parviflora</i> Spruce ex Benth.			6	
<i>Dimorphandra</i> sp.				2
<i>Dinizia excelsa</i> Ducke				1
<i>Enterolobium schomburgkii</i> Benth.	1			1
<i>Inga alba</i> (SW). Willd.				4
<i>Inga bicoloriflora</i> Benth.			4	
<i>Inga cayenmensis</i> Sagot ex Benth.	1			2
<i>Inga chrysantha</i> Bernardi & Spichiger				1
<i>Inga gracilifolia</i> Ducke				4
<i>Inga huberi</i> Ducke	1		1	1
<i>Inga lateriflora</i> Miq.	1			
<i>Inga laurina</i> Willd.	30	1	1	
<i>Inga leiocalycina</i> Benth.	1		1	
<i>Inga longiflora</i> Benth.				1
<i>Inga marginata</i> Willd.				1
<i>Inga melinonis</i> Sagot				1
<i>Inga obidensis</i> Ducke				1
<i>Inga panurensis</i> Spruce ex Benth.			1	
<i>Inga paraensis</i> Ducke			1	
<i>Inga pezizifera</i> Benth.		1		
<i>Inga rubiginosa</i> (Rich) DC.	1			2
<i>Inga</i> sp.	28	15	2	10
<i>Inga splendens</i> Willd.	6			1
<i>Inga stipularis</i> DC.		2	2	3

	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	1		
	<i>Inga umbelifera</i> (Vahl) steud ex. DC.			1
	<i>Inga umbratica</i> Poepp. & Endl.			2
	<i>Parkia igneiflora</i> Ducke		1	2
	<i>Parkia</i> sp.	1	1	1
	<i>Parkia velutina</i> Benoist			1
	<i>Stryphnodendrom racemiferum</i> (Ducke) Rodr.			1
	<i>Stryphnodendrom</i> sp.			1
	<i>Stryphnodendron guianensis</i> (Aubl.) Benth.	1		
	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> Hochr.		1	
	<i>Zygia racemosa</i> (Ducke) Barneby & J.W.Grimes	4	9	13
	<i>Zygia ramiflora</i> (Benth.) Barneby & J. W. Grimes			3
	<i>Zygia</i> sp.	1	1	2
<b>Goupiaceae</b>				
	<i>Goupia glabra</i> Aubl.		2	
<b>Hippocrateaceae</b>				
	<i>Salacia impressifolia</i> (Miers) A.C.Sm.		1	
	<i>Salacia</i> sp.			1
	<i>Tontelea emarginata</i> A.C.Sm.			1
<b>Humiriaceae</b>				
	<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.		1	
	<i>Sacoglottis guianensis</i> Benth.		1	2
	<i>Socoglottis ceratocarpa</i> Ducke		1	
	<i>Vantanea parviflora</i> Lam.		2	4
<b>Hypericaceae</b>				
	<i>Vismia cf. gracilis</i> Hieron	39	6	
	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	20	3	2
<b>Lauraceae</b>				
	<i>Aniba canelilla</i> (K.B.K.) Mez			1

<i>Aniba ferrea</i> Kubitzki			2
<i>Aniba santaladora</i> Ducke		1	
<i>Aniba</i> sp.			2
<i>Aniba terminales</i> Ducke			1
<i>Aniba willamsii</i> O.C.Schmidt	2		
<i>Dicypellium manausense</i> W.A.Rodrigues			2
<i>Endlicheria bracteata</i> Mez			1
<i>Endlicheria</i> sp.			5
<i>Licania guianensis</i> Aubl.		1	
<i>Licaria cannella</i> (Meisn.) Kosterm.			1
<i>Licaria chrysophylla</i> (Meissn.) Kosterm.			1
<i>Licaria guianensis</i> Aubl.			1
<i>Mezilaurus duckei</i> van der Werff			1
<i>Mezilaurus</i> sp.			1
<i>Nectandra cuspidata</i> Nees	22	1	
<i>Ocotea aciphylla</i> (forma A) (Nees) Mez			3
<i>Ocotea amazonica</i> (Meissn.) Mez			1
<i>Ocotea cujumari</i> Mart			17
<i>Ocotea douradensis</i> Vattimo-Gil			1
<i>Ocotea gracilis</i> (Meisn.) Mez			1
<i>Ocotea guianensis</i> Aubl.		5	
<i>Ocotea longifolia</i> H.B.K	6	16	
<i>Ocotea matogrossensis</i> Vattimo	1		
<i>Ocotea nigrescens</i> Vicentini		1	2
<i>Ocotea olivacea</i> A.C.Sm.	1		
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees			1
<i>Ocotea</i> sp.			10
<i>Paraia bracteata</i> Rohwer, H.Richt & van der Werff		2	
<i>Rhodostemonodaphne grandis</i> (Mez) Rohwer			1

<i>Rhodostemonodaphne parvifolia</i> Madriñán		1	
<i>Rhodostemonodaphne</i> sp.			4
<i>Sextonia rubra</i> (Mez) van der Werff			1
<i>Wiliamodendron spectabile</i> Kubitski & H.Richt.		1	
<b>Lecythidaceae</b>			
<i>Cariniana micrantha</i> Ducke		1	2
<i>Corythophora alta</i> Knuth. Mart.			2
<i>Couratari stellata</i> A. C.Sm.			1
<i>Eschweilera atropetiolata</i> S.A. Mori			3
<i>Eschweilera bracteosa</i> (Poepp.& Endl.) Miers		5	1
<i>Eschweilera carinata</i> S.A.Mori			3
<i>Eschweilera collina</i> Eyma			1
<i>Eschweilera coriacea</i> (A.P. de Candler) Martins ex Berg		10	
<i>Eschweilera cyathiformis</i> S.A.Mori			2
<i>Eschweilera grandiflora</i> (Aubl.) Sandwith			7
<i>Eschweilera laevicarpa</i> S.A.Mori			2
<i>Eschweilera pedicellata</i> (Richard) Mori		3	
<i>Eschweilera pseudodecalorans</i> S.A.Mori		2	5
<i>Eschweilera rhododendrifolia</i> (knuth)A.C.Sm.		3	1
<i>Eschweilera</i> sp.	1	8	10
<i>Eschweilera tessmanii</i> Knuth		2	1
<i>Eschweilera truncata</i> A.C.Sm.		18	6
<i>Eschweilera wachenheimii</i> (Benoist) Sandwith		2	47
<i>Lecythis gracileana</i> S.A Mori			1
<i>Lecythis parvifructa</i> S.A. Mori			1
<i>Lecythis prancei</i> S.A. Mori		1	1
<i>Lecythis</i> sp.		3	2
<i>Lecythis</i> sp.1			1
<i>Lecythis</i> sp1 "forma B"		1	

<b>Linaceae</b>				
	<i>Hebepetalum</i> sp.			1
	<i>Pterandra arborea</i> Ducke			1
<b>Malpigiaceae</b>				
	<i>Byrsonima chysophilla</i> H.B.K.		13	
	<i>Byrsonima crispa</i> A. Juss.	10	1	
	<i>Byrsonima duckeana</i> W.R.Anderson			1
<b>Malvaceae</b>				
	<i>Bombacopsis macrocalyx</i> (Ducke) Robyns			2
	<i>Bombacopsis nervosa</i> (Vitt.) Robyns			1
	<i>Lueheopsis rosea</i> (Ducke) Burret			3
	<i>Naucleopsis rosea</i>		1	
	<i>Quararibea ochrocalyx</i> (K. Schum.) Vischer			1
	<i>Scleronema micranthum</i> Ducke		13	8
	<i>Sterculia excelsa</i> Mart.			2
	<i>Sterculia</i> sp.			2
	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.			1
	<i>Theobroma sylvestre</i> Mart.		1	70
				16
<b>Marcgraviaceae</b>				
	<i>Norantea guianensis</i> Aubl.			1
<b>Melastomataceae</b>				
	<i>Bellucia dichotoma</i> Cogn.	1	11	1
	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana		3	
	<i>Bellucia</i> sp.	24		5
	<i>Guarea</i> cf. <i>cinnamomea</i> Harms			1
	<i>Guarea humaitensis</i> T.D.Penn.		1	1
	<i>Guarea pubescens</i> (Rich.) A.Juss.			4
	<i>Guarea pubescens</i> (Rich.) A.Juss. spp. <i>pubescens</i>		4	

	<i>Guarea scabra</i> A.Juss				1	
	<i>Guarea</i> sp.				5	4
	<i>Guarea trunciflora</i> C.DC.				2	28
	<i>Henriettella caudata</i> Gleason				1	1
	<i>Miconia alata</i> (Aubl.)DC.			1		
	<i>Miconia argyrophylla</i> DC.					2
	<i>Miconia cuspidata</i> (Mart.) Naudin	4	8		2	
	<i>Miconia dispar</i> Benth.	1	17		14	
	<i>Miconia egensis</i> Cogn.				1	1
	<i>Miconia elaeagnoides</i>			1		
	<i>Miconia gratissima</i> Benth. Ex Triana				1	1
	<i>Miconia minutiflora</i> DC.	4				
	<i>Miconia phanerostila</i> Pilg.				2	
	<i>Miconia poeppigii</i> Triana			35		
	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.				1	
	<i>Miconia pyrifolia</i> Naudin					1
	<i>Miconia</i> sp.	8	37		28	12
<b>Meliaceae</b>	<i>Miconia splendens</i> (SW.) Griseb.			1		
	<i>Miconia tetraspermoides</i> Wurdack					2
	<i>Mouriri angulicosta</i> Morley					1
	<i>Mouriri callocarpa</i> Ducke				4	
	<i>Mouriri duckeana</i> Morley					1
	<i>Mouriri nervosa</i> Pilg.					1
	<i>Mouriri</i> sp.			1		
	<i>Trichilia areolata</i> T.D.Penn.					1
	<i>Trichilia cipo</i> (A.Juss.) C.DC.				3	
	<i>Trichilia euneura</i> C.DC.					1
	<i>Trichilia micrantha</i> Benth.				2	
	<i>Trichilia micropetala</i> T.D. Penn.				5	

<i>Trichilia pallida</i> SW.			4	2
<i>Trichilia rubra</i> C.DC.			4	
<i>Trichilia septentrionalis</i> C.DC.			1	1
<i>Trichilia</i> sp.			12	2
<b>Menispermaceae</b>				
<i>Abuta grandiflora</i> (Mart.) Sandwith				2
<i>Abuta sandwithiana</i> Krukoff & Barneby				1
<b>Moraceae</b>				
<i>Brosimum acutifolium</i> Huber ssp <i>interjectum</i> C.C. Berg			1	
<i>Brosimum lastescens</i> (S.Moore) C.C.Berg.				1
<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke ssp. <i>parinarioides</i>				1
<i>Brosimum potabile</i> Ducke			2	
<i>Brosimum rubescens</i> Taub.			9	3
<i>Brosimum</i> sp.				1
<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.				1
<i>Ficus greiffiana</i> Dugand	1			
<i>Ficus krukovii</i> Standl.		3	3	1
<i>Ficus mathewssi</i> (Miq.) Miq.	1			
<i>Ficus maxima</i> Mill.	19	16		
<i>Ficus</i> sp		1		
<i>Helianthostylis scabra</i> (Macbr.) C.C.Berg			1	
<i>Helianthostylis sprucei</i> Baill		5	4	7
<i>Helicostylis scabra</i> (Macbr.) C.C.Berg		4	32	4
<i>Helicostylis tomentosa</i> (Planch.& Endl.) Rusby		2	23	3
<i>Helicostylis turbinata</i> C.C.Berg				1
<i>Maquira calophylla</i> (Planch. & Engll.) C.C. Berg.		2	1	2
<i>Maquira sclerophylla</i> (Ducke) C.C.Berg				3
<i>Naucleopsis caloneura</i> (Huber) Ducke				12

<i>Naucleopsis</i> sp.		2	1
<i>Naucleopsis ulei</i> (Warburg) Ducke ssp. <i>amara</i> (Ducke) C.C. Berg	1		5
<i>Perebea mollis</i> ssp. <i>mollis</i> (Planch. & Endl.) Huber ssp. <i>mollis</i>		6	4
<i>Perebea</i> sp.		1	5
<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) Macbr.			3
<i>Pseudomedia laevigata</i> Trécul.			2
<i>Sorocea guilleminiana</i> Gaudich.		1	9
<i>Sorocea muriculata</i> Miq. ssp. <i>muriculata</i>		1	4
<i>Sorocea</i> sp.		1	
<i>Trymatococcus amazonicus</i> Poepp.&Endl.			5
			1
<b>Myristicaceae</b>			
<i>Compsonaura ulei</i> Warb.			1
<i>Iryanthera coriacea</i> Ducke			1
<i>Iryanthera elliptica</i> Ducke			6
<i>Iryanthera guianensis</i>			1
<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.			15
<i>Iryanthera laevis</i> Markgr.			4
<i>Iryanthera</i> sp"c"		1	
<i>Iryanthera</i> sp.		1	6
<i>Iryanthera ulei</i> Warb.			5
<i>Osteophleum platyspermum</i> (A.DC.) Warb.			1
<i>Osteophloeum</i> sp.			2
<i>Viola caducifolia</i> W.A.Rodrigues			1
<i>Viola calophylla</i> ssp. <i>calophylloidea</i>			1
<i>Viola calophylla</i> Ward. var. <i>calophylla</i>			10
<i>Viola guggenheimii</i> W.A.Rodrigues			2
<i>Viola guggenheimii</i> W.A.Rodrigues			1
<i>Viola minutiflora</i> Ducke			6
<i>Viola mollissima</i> Warb			6
<i>Viola mollissima</i> Warb			3
<i>Viola pavonis</i> (A.DC.) A.C.Sm.			1
<i>Viola pavonis</i> (A.DC.) A.C.Sm.			1

	<i>Virola</i> sp.		7	1
	<i>Virola theiodora</i> Warb.		6	1
	<i>Virola venosa</i> (Benth.) Warb.		29	
	<i>Virolla calophylla</i> Warb. var <i>calophylloidea</i> (Markg.) W.A.Rodrigues		1	
<b>Myrsinaceae</b>				
	<i>Cybianthus</i> sp.			1
<b>Myrtaceae</b>				
	<i>Blepharocalyx</i> sp.			1
	<i>Blepharocalyx eggersii</i> (Kiaersk.) Landrum			1
	<i>Calyptrantes</i> cf. <i>forsteri</i> O.Berg			1
	<i>Calyptranthes</i> cf. <i>macrophylla</i> O. Berg			1
	<i>Calyptranthes creba</i> Mc Vaugh		1	
	<i>Calyptranthes</i> sp.		1	3
	<i>Calyptranthes</i> sp1 Ruiz & Pav.		4	
	<i>Eucalyptus</i> sp.			1
	<i>Eugenia anastomosans</i> DC.	1		2
	<i>Eugenia</i> cf. <i>ferreiraeana</i> O. Berg		1	
	<i>Eugenia</i> cf. <i>longiracemosa</i> Kiaersk.			2
	<i>Eugenia cupulata</i> Amsh.			1
	<i>Eugenia patrisii</i> Vahl		1	
	<i>Eugenia protenta</i> McVaugh			3
	<i>Eugenia pseudopsidium</i> M.Jacq.-Fél.			1
	<i>Eugenia puniceifolia</i> (H.B.K.) DC.	1		
	<i>Eugenia</i> sp.		1	8
	<i>Eugenia subterminalis</i> DC.			1
	<i>Eugenia tapacumensis</i> O.Berg			1
	<i>Marlierea</i> sp.			3
	<i>Myrcia bracteata</i> (Rich.) DC.	1		
	<i>Myrcia gigas</i> MacVaugh			1

	<i>Myrcia magnoliifolia</i> DC.		4		1
	<i>Myrcia paivae</i> O.Berg	2		3	3
	<i>Myrcia rufipila</i> Mc Vaugh				1
	<i>Myrcia servata</i> McVaugh	29	139		
	<i>Myrcia</i> sp.		2	1	2
	<i>Psidium guineense</i> Sw.	3			
	<i>Syzigium cumini</i> (L.) Skeels		1		
<b>Nyctaginaceae</b>					
	<i>Neea ovalifolia</i> Spruce ex J.A.Sm.				2
<b>Ochnaceae</b>					
	<i>Ouratea discophora</i> Ducke			1	
	<i>Ouratea</i> sp1.			1	
<b>Olacaceae</b>					
	<i>Aptandra tubicina</i> (Poepp.) Benth ex Miers	2			
	<i>Dulacia candida</i> (Poepp.) Benth ex Miers		1		
	<i>Minuartia guianensis</i> Aubl.			3	12
	<i>Miquartia cuspidata</i>				1
	<i>Ptychopetalum olacoides</i> Benth.				1
<b>Opiliaceae</b>					
	<i>Agonandra sylvatica</i> Ducke				1
<b>Peraceae</b>					
	<i>Pera bicolor</i> Mull.Arg.		1		
	<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.		1	1	4
<b>Piperaceae</b>					
	<i>Piper</i> sp.	11			1
<b>Polygalaceae</b>					
	<i>Moutabea guianensis</i> Aubl.				1
<b>Quinaceae</b>					
	<i>Lacunaria aff. macrostachya</i> (Tul.) A.C.Sm.		2		

<i>Lacunaria jenmani</i> Ducke				3	
<i>Lacunaria macostachya</i> (Tul.) A.C.Sm.					1
<i>Quiina amazonica</i> A.C.Sm.					2
<i>Quiina</i> cf. <i>negrensis</i> A.C.Sm.			4		5
<i>Touroulia guianensis</i> Aubl.					1
<b>Rhabdodendraceae</b>					
<i>Rhabdodendron amazonicum</i> (Spruce ex Benth.)			1		
<b>Rubiaceae</b>					
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.		0	1	19	2
<i>Amaioua</i> sp.					4
<i>Capirona decorticans</i> Spruce					1
<i>Chimarrhis barbata</i> (Ducke) Bremek			2		
<i>Duroia gransabanensis</i> Steyerm.					1
<i>Duroia macrophylla</i> Huber.					2
<i>Duroia saccifera</i> (Mart.) Hook.f. ex K.Schum.				1	
<i>Duroia</i> sp.					2
<i>Faramea capillipes</i> Mull. Arg.				2	2
<i>Faramea corymbosa</i> Aubl.				1	
<i>Faramea torquata</i> Mull. Arg.					1
<i>Ferdinandusa</i> sp.				1	1
<i>Kutchubaea insignis</i> Fisch. Ex. DC.					1
<i>Palicourea anisoloba</i> (Muell.Arg)B.M.Boom & M.T.Campos			1		
<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.			31		
<i>Psychotria astrellantha</i> Wernh.					1
<i>Psychotria mapourioides</i> DC.					1
<i>Psychotria podocephala</i> Standl.				1	7
<i>Psychotria</i> sp.				1	1
<i>Warszewiczia schwackei</i> K. Schum					1
<b>Rutaceae</b>					

<i>Hortia longifolia</i> Ducke			2
<i>Hortia superba</i> Ducke			4
<i>Sparthelia excelsa</i> (K. Krause) R.S.Cowan & Briz.			2
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam	5		
<i>Zanthoxylum</i> sp		1	
<b>Salicaceae</b>			
<i>Casearia duckeana</i> Sleumer		9	
<i>Casearia grandiflora</i> Cambess		1	
<i>Casearia javitensis</i> H.B.K.		1	5
<i>Casearia manausensis</i> Sleumer	1	144	
<i>Casearia negrensis</i> Eichler			2
<i>Casearia ulmifolia</i> Vahl ex Vent.		3	1
<i>Ryania</i> sp.			1
<i>Ryania speciosa</i> Vahl ssp. <i>subuliflora</i> (Sandwith) Monach.			1 1
<i>Xylosma</i> sp.			1
<b>Sapindaceae</b>			
<i>Allophyllus latifolius</i> Huber			1
<i>Cupania</i> sp.			1
<i>Matayba macrostylis</i> Radlk.			1
<i>Matayba</i> sp.			1
<i>Paullinia</i> cf. <i>grandifolia</i> Benth.		1	
<i>Porocystis toulicioides</i> Radlk			1
<i>Pseudima</i> sp.		1	
<i>Serjania circumvallata</i> Radlk			1
<i>Talisia cupularis</i> Radlk.			1
<i>Talisia mollis</i> Kunth		1	
<i>Talisia praealta</i> Radlk			1
<i>Talisia</i> sp.			10
<i>Toulicia</i> cf. <i>pulvinata</i> Radlk			1

<i>Toulicia guianensis</i> Aubl.		1	1
<i>Toulicia pulvinata</i> Radlk.		1	
<i>Toulicia</i> sp.		1	
<i>Vouarana</i> cf. <i>guianensis</i> Aubl.	7	2	
<i>Vouarana</i> sp.	1		1
<b>Sapotaceae</b>			
<i>Chrysophyllum amazonicum</i> T.D. Penn.			2
<i>Chrysophyllum</i> sp.			1
<i>Ecclinusa guianensis</i> Eyma	4		1
<i>Eclinusa guianensis</i> forma A	1		
<i>Elaeoluma nuda</i> (Baehni) Aubrév.			1
<i>Manilkara cavalcantei</i> Pires & W.A. Rodrigues			1
<i>Micropholis casiquiarensis</i> Aubrév.		1	
<i>Micropholis cylindrocarpa</i> (Poepp.) Pierre			1
<i>Micropholis guyanensis</i> (A.DC.) Pierre ssp. <i>duckeana</i> (Baehni)		4	8
<i>Micropholis guyanensis</i> (A.DC.) Pierre ssp. <i>guyanensis</i> (Baehni)		2	
<i>Micropholis</i> sp.		4	1
<i>Micropholis trunciflora</i> Ducke		1	3
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre		4	2
<i>Micropholis williamii</i> Aubrév. & Pellegrin			3
<i>Pouteria</i> aff. <i>gardneri</i> (Mart. & Miq.) Baehni			2
<i>Pouteria anomala</i>		4	
<i>Pouteria campanulata</i> Baehni		3	1
<i>Pouteria fimbriata</i> Baehni		1	
<i>Pouteria hispida</i> Eyma		3	
<i>Pouteria macrophylla</i> (Lam.) Eyma			6
<i>Pouteria minima</i> T.D. Penn.		2	1
<i>Pouteria pallens</i> T.D. Penn.		1	
<i>Pouteria platyphylla</i> (A.C. Sm.) Baehni			3

	<i>Pouteria reticulata</i>		2	
	<i>Pouteria retinervis</i> T.D.Penn.	2		1
	<i>Pouteria rostrata</i> (Huber)Baehni			1
	<i>Pouteria</i> sp.		12	7
	<i>Pouteria venosa</i> (Mart.) Baehni ssp. <i>amazonica</i> T.D.Penn.		1	3
	<i>Pradosia decipiens</i> Ducke			1
	<i>Pradosia</i> sp.			1
	<i>Sarcaulus brasiliensis</i> ssp. <i>brasiliensis</i> (A.DC.) Eyma			2
	<i>Toulicia cf. pulvinata</i> Radlk.	1		
<b>Simaroubaceae</b>				
	<i>Picrolemma sprucei</i> Ducke		3	
	<i>Simaba cedron</i> Planch.		1	
	<i>Simaba polyphylla</i> (Cavalcante) W. Thomas		1	7
	<i>Simaba</i> sp.	2	3	
	<i>Simaba</i> sp. nov.			1
	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	1		1
<b>Siparumaceae</b>				
	<i>Siparuma reginae</i> (Poepp & Endl.) A.DC.		2	
	<i>Siparuna cuspidata</i> (Tul.) A.DC.		1	
	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	14		
	<i>Siparuna poeppigii</i> (Tul.) A.DC.			1
	<i>Siparuna sarmentosa</i> Perkins			1
	<i>Siparuna</i> sp.		1	
<b>Solanaceae</b>				
	<i>Solanum subinerme</i> Jacq.	4		
<b>Tiliaceae</b>				
	<i>Lueheopsis rosea</i> (Ducke) Burret		4	
<b>Urticaceae</b>				
	<i>Cecropia distachya</i> Huber		1	

<i>Cecropia sciodophylla</i> Mart.				1
<i>Cecropia</i> sp.	24	1		
<i>Coussapoa orthoneura</i> Standl.				2
<i>Pourouma bicolor</i> Mart. ssp. <i>bicolor</i>		1		
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart. In Spix & Mart.			1	
<i>Pourouma guianensis</i> Aubl. ssp. <i>guianensis</i>	3		11	
<i>Pourouma myrmecophyla</i> Ducke			1	
<i>Pourouma</i> sp.		3	7	4
<i>Pourouma tomentosa</i> Miq. ssp. <i>tomentosa</i>			2	
<i>Pourouma villosa</i> Trécul		1	2	1
<i>Pourouma myrmecophila</i> Ducke				1
<b>Violaceae</b>				
<i>Amphirrhox longifolia</i> Spreng.				1
<i>Leonia glycycarpa</i> Ruiz & Pav.				1
<i>Leonia glycycarpa</i> Ruiz & Pav.			1	
<i>Paypayrola grandiflora</i> Tul.			2	4
<i>Paypayrola</i> sp.			2	1
<i>Rinorea amapensis</i> Hekking				2
<i>Rinorea macrocarpa</i> (Mart. Ex Eichler) Kuntze				8
<i>Rinorea racemosa</i> (Mart.) Kuntze		4	31	8
<i>Rinorea</i> sp.		25	15	2
<b>Vochysiaceae</b>				
<i>Erisma bicolor</i> Ducke				2
<i>Qualea paraensis</i> Ducke			2	
<i>Qualea</i> sp.				1
<i>Qualea</i> sp.1				1
<i>Ruizterania albiflora</i> (Warm.) Marcano-Berti				2
<i>Vochysia</i> sp.2				1

## Capítulo 2: Estudos fenológicos em áreas de floresta de terra firme em diferentes estádios de conservação na Amazônia Central.

### 1. Introdução

A fenologia busca compreender as causas de variação nos padrões de periodicidade e sincronia de eventos biológicos (Janzen 1967). Em plantas acredita-se que esta variação seja regulada por fatores endógenos que, por sua vez, são ativados por sinais do ambiente externo (Alencar 1988, 1991, 1994, Wright & van Schaik 1994). Em regiões temperadas, a fenologia vegetal parece ser grandemente controlada por variações sazonais da temperatura e do fotoperíodo (Menzel 2002). Nos trópicos, porém, a precipitação apresenta variação muito maior que estes fatores, e a disponibilidade de água pode ser um fator chave na explicação da fenologia de muitas florestas tropicais (Reich 1995, Singh & Kushwaha 2006).

Por outro lado, em florestas sempre verdes, a água não costuma ser um recurso limitante. Tem sido sugerido que o comportamento fenológico das espécies de florestas tropicais úmidas é controlado por outros fatores (Wright & Van Scheik 1994, Chapman *et al.* 2005, Huete *et al.* 2006). O momento de ocorrência das fenofases também pode estar relacionado a interações planta-animal, tais como polinização, dispersão e predação (Montovani & Morrelato 2000, Calvi & Rodrigues 2005, Elzinga *et al.* 2007). Além disto, quaisquer modificações antropogênicas do ambiente exercerão efeitos indiretos sobre a fenologia vegetal. Isto inclui o desmatamento (Huete *et al.* 2006), a fragmentação florestal (Laurence *et al.* 2000), a urbanização e fenômenos associados, como o da “ilha de calor” (Neil & Wu 2006), além do aquecimento global observado nas últimas décadas (Fitter & Fitter 2002, Chapman *et al.* 2005).

Embora vários estudos fenológicos venham sendo realizados ao redor do mundo (Vasconcelos *et al.* 2010, Rathcke & Lacey 1985), no Brasil, os estudos concentram-se principalmente nas regiões sul e sudeste (e.g. Morellato 1995, Talora & Morellato 2000, Bencke & Morellato 2002, Mantovani *et al.* 2004, Lima & Vieira 2006). Uma grande variação interespecífica de padrões fenológicos é observada em florestas tropicais (Sakai, 2001), mas ainda há carência de estudos sobre o maior

remanescente de floresta tropical do mundo, a Amazônia. Estudos fenológicos realizados nesta região restringem-se, em geral, a observações de curto prazo, ou são restritos a espécies de interesse econômico (e.g. Araújo 1970, Alencar *et al.* 1979, Carvalho 1980, Gribel *et al.* 1999, Maués 2002, Pinto *et al.* 2005, 2008). Além disto, pouco se sabe sobre os efeitos da urbanização na fenologia de florestas tropicais (Neil & Wu 2006).

No presente trabalho, descreve-se a variação de diferentes aspectos fenológicos de quatro comunidades arbóreas de floresta de terra firme na Amazônia Central sob diferentes níveis de perturbação antrópica, com atenção particular às seguintes questões: (1) existe sincronia fenológica entre os diferentes indivíduos dentro de cada comunidade? (2) Há correspondência entre os comportamentos fenológicos das diferentes comunidades? (3) A variação meteorológica explica os padrões fenológicos observados nas comunidades e, caso sim, o quanto? (4) Como a resposta fenológica das comunidades à variação ambiental é influenciada pela urbanização e pelas perturbações associadas?

## **2. Material e métodos**

### **2.1 Áreas de estudo**

O estudo foi realizado em tres áreas na cidade de Manaus (figura 1). A temperatura média na região é de 26 °C e a precipitação média anual é de 2362 mm. Uma estação relativamente chuvosa ocorre de novembro a maio, com uma reduzida estação relativamente seca (menor que 100mm) entre junho e outubro, sendo março e abril os meses com maior precipitação (Marques Filho *et al.* 1981). As áreas são descritas a seguir:

Área 1: Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD - 02° 55'S, 59° 59'W – figura 1), localizada no km 26 da rodovia AM – 010, pertence ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Esta área (de 10.000 hectares) é composta por floresta primária, classificada como tropical úmida de terra-firme, com dossel bastante fechado e sub-bosque com pouca luminosidade (Ribeiro *et al.* 1999). No período da criação da reserva (1963) toda a extensão da RFAD era praticamente

intocada e cercada por floresta contínua de características similares. No ano 2000, a expansão urbana da cidade de Manaus havia chegado aos limites da Reserva Ducke. Atualmente, bairros populares fazem contato com a sua borda sul, e a floresta no entorno das bordas leste, norte e, especialmente, oeste, se encontra fragmentada e degradada. Desde então, a Reserva Ducke vem sofrendo um processo de transformação em um grande parque urbano (Oliveira *et al.* 2008). Mas mesmo assim é a área mais preservada, onde a vegetação apresenta características de floresta clímax.

Área 2: Campus da Universidade Federal do Amazonas - UFAM (figura 1). Com aproximadamente 800 hectares. Esta área foi dividida em duas subáreas:

-“Acariquara”, situada ao norte do Campus da UFAM (03°04’S, 59°57’W – figura 1) Esta área fica próxima ao Conjunto Acariquara e se encontra sob intervenção antrópica leve a moderada (extrativismo e caça).

- “Coroado”, situada ao sul do Campus da UFAM ( 3° 09’ S, 59° 97’ W - figura 1). A área fica próxima ao bairro do Coroado I, apresentando uma vegetação de capoeira (M. Gordo, comunicação pessoal), isto é, uma floresta em regeneração recente e sob influência antropogênica moderada (extrativismo, caça, deposição de resíduos).

Área 3: Clube dos trabalhadores do Serviço Social da Indústria (SESI – 3° 04’ S , 59° 57’ W- figura 1), situada em um fragmento florestal com aproximadamente 65 ha e vegetação bastante alterada, com várias clareiras e sob forte pressão antrópica (extrativismo, caça, resíduos domésticos e hospitalares, corte de madeira, desabrigados).

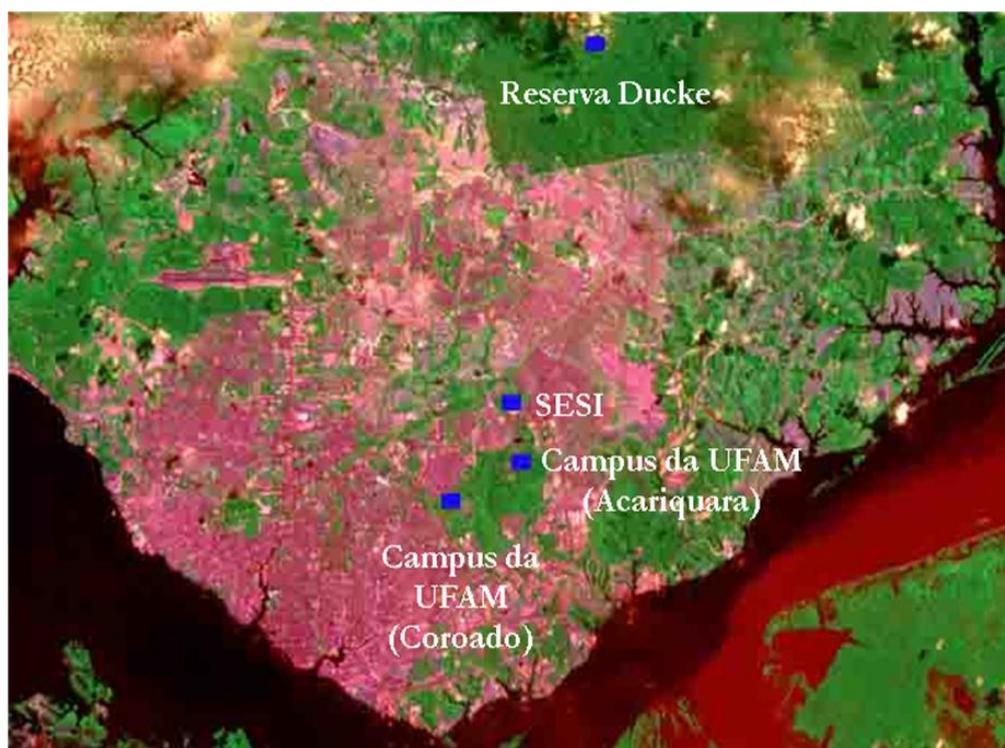


Figura 1. Imagem de satélite da cidade de Manaus, destacando as áreas de estudo.  
Fonte: LANDSAT, 2001

## 2.2 Coleta dos dados

Em cada área, foram estabelecidos quatro transectos de 250 x 10 metros (total de 1 ha) com espaçamento de 100 m. Dentro deles foram realizados inventários florísticos para caracterização da vegetação. Nos mesmos transectos, foram coletados dados sobre a fenologia, de fevereiro de 2003 a dezembro de 2008. Todos os indivíduos marcados no levantamento florístico indivíduos com DAP (diâmetro à altura do peito = 1,30 m) igual ou superior a 5 cm foram monitorados quinzenalmente para registro das fenofases através de observação cuidadosa da copa com auxílio de binóculos.

Foram registradas as seguintes fenofases para cada indivíduo marcado, adaptadas de Alencar *et al.* (1979):

1- Floração: presença de botões florais no momento da observação, ou flores parciais ou totalmente abertas.

2- Frutificação: presença de frutos maduros ou não maduros.

3- Queda de folhas: presença de indivíduos com copa reduzida ou totalmente desfolhada. (Neste caso a quantificação era inviável pelo esforço de campo e arquitetura das plantas muitas vezes impossibilita a visualização, o resultado deveria ser encarado com certa ressalva, mas a possibilidade existe para o futuro.)

4- Emissão de folhas novas: presença parcial ou total de folhas novas, estas geralmente menores, mais tenras e mais claras ou avermelhadas que as demais.

Apenas indivíduos cuja determinação foi feita no mínimo em nível de morfoespécie foram utilizadas para compor as variáveis fenológicas para análise.

### **2.3 Análise de dados**

Foram obtidos dados meteorológicos da região de Manaus em uma base mensal: precipitação acumulada (mm), umidade relativa do ar (%) e temperatura média (°C). Os dados foram cedidos pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) e INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) no período de janeiro de 2003 a dezembro de 2008. Estes dados foram utilizados como variáveis explanatórias na análise das fenologias reprodutiva e vegetativa de cada área.

É difícil descrever quantitativamente a intensidade de eventos fenológicos ao longo do tempo (Chapman *et al.* 2005). Por isto, para avaliar a sincronia fenológica ao longo do ano e em anos diferentes nas quatro áreas de estudo, baseamos nossas interpretações em uma exposição gráfica do percentual de indivíduos em cada fenofase (i.e. floração, frutificação, folhas novas, perda de folhas) ao longo de cada ano de observação. As variáveis fenológicas, originalmente em escala quinzenal, foram convertidas para escala mensal, de modo a compatibilizar sua comparação com as variáveis ambientais. Também produzimos gráficos de cada variável ambiental (i.e. precipitação acumulada, umidade relativa do ar e temperatura média) contra o tempo para caracterizar a variação meteorológica.

A fim de determinar a relação de cada uma das variáveis ambientais consideradas com o comportamento fenológico de cada uma das comunidades arbóreas estudadas, empregamos a modelagem linear generalizada (GLM), uma extensão da regressão linear clássica que permite a modelagem de resíduos com outras distribuições além da normal, variâncias heterogêneas e certas relações não retilíneas (Guisan *et al.* 2002). Um modelo foi criado para cada fenofase de cada área, tendo o número de indivíduos na fenofase como variável dependente e as variáveis ambientais como variáveis explanatórias. Adotou-se a distribuição de Poisson e a função de ligação logarítmica em todos os modelos; estas especificações são apropriadas à modelagem de contagens (i.e. número de indivíduos) (Zuur *et al.* 2009).

Uma vez que a resposta fenológica da comunidade à variação ambiental pode apresentar retardos (e.g. Haugaasen & Peres 2005), utilizou-se correlogramas cruzados entre cada variável fenológica e cada variável ambiental para detectar possíveis atrasos nas associações entre tais variáveis (cf. Legendre & Legendre 1998), antes de proceder à construção dos modelos. Em cada correlograma, identificamos se havia atraso na associação mais forte entre as variáveis fenológica e ambiental e, em caso afirmativo, as variáveis para inserção nos modelos foram ajustadas.

A fim de validar a adequação dos pressupostos de cada modelo, atentou-se para alguns aspectos em especial. Em primeiro lugar, determinou-se o ajuste dos dados aos modelos através do coeficiente de determinação múltipla baseado na desviância ( $R^2_{dev}$ ) (Henzl & Mittlböck 2003; Zuur *et al.* 2009). A desviância é uma generalização da soma dos quadrados da regressão linear clássica, e quantifica a variação total associada à variável dependente (Candy 1997).  $R^2_{dev}$  varia de 0 (i.e. o modelo não explica qualquer variação) a 1 (i.e. o modelo explica toda a variação).

Em segundo lugar, verificou-se a presença de autocorrelação residual nos modelos utilizados. Dados fenológicos costumam ser autocorrelacionados, i.e. observações próximas no tempo tendem a ser igualmente próximas em seus valores. O uso inadvertido de variáveis autocorrelacionadas em modelos lineares pode violar o pressuposto de independência dos resíduos, gerando resultados espúrios (Segurado *et al.* 2006). Assim, foi usada a função de autocorrelação (ACF), a qual cria correlogramas que comparam os resíduos a si próprios, com sucessivos

atrasos. A autocorrelação dos resíduos foi julgada estatisticamente significativa quando sua estimativa em qualquer um dos atrasos situou-se fora do intervalo de confiança de 95% referente à correlação nula (Zuur *et al.* 2009). Ao detectar-se autocorrelação dos resíduos, procurou-se controlá-la empregando o método de filtragem por autovetores (Peres-Neto 2006). Este método consiste na extração de autovetores de uma matriz de distâncias (e.g. espaciais, temporais ou filogenéticas) construída com base nos dados. Cada autovetor é, por definição, uma variável sumária, que captura uma parte da informação total sobre as relações entre as observações. Logo, os autovetores resultantes podem ser usados como variáveis explanatórias que estimam a autocorrelação dos resíduos de modelos lineares (Peres-Neto 2006). Na construção de um dado modelo, todos os autovetores produzidos são considerados separadamente, identificando-se aquele que mais reduz a autocorrelação dos resíduos. Então, este é incorporado ao modelo, e o procedimento é repetido até que a autocorrelação residual seja anulada (Griffith & Peres-Neto 2006).

Em terceiro lugar, sabe-se que a multicolinearidade entre preditores prejudica severamente tanto a estimativa dos parâmetros de um modelo linear quanto a inferência neles baseada (Graham 2003). Em nosso caso, as variáveis ambientais apresentaram-se fortemente correlacionadas (coeficientes de correlação de Pearson de -0,81 a 0,73). De modo a solucionar este problema, utilizamos o método de partição hierárquica (MacNally 2000). Este método decompõe a variação explicada por um modelo linear (e.g.  $R^2_{dev}$ ) em porções atribuíveis a cada variável explanatória, independentemente das demais. Deste modo, ela efetivamente corrige os problemas criados pela multicolinearidade e permite inferências mais seguras sobre o efeito independente de cada variável explanatória (Murray & Conner 2009). A significância estatística das estimativas de efeitos independentes foi determinada por testes de aleatorização, com 100 permutações (MacNally, 2002).

Finalmente, foram produzidos gráficos de regressão parcial para ilustrar as relações entre as variáveis dependentes e independentes, bem como para checar a presença de relações forçadas por uma ou umas poucas observações extremas (i.e. “*outliers*”). Ao julgar-se uma observação excessivamente influente sobre a relação sugerida pelo modelo, ela foi descartada, e o modelo foi reconstruído (Zuur *et al.* 2010).

A fim de avaliar a correspondência fenológica entre as áreas estudadas, foram computados os coeficientes de correlação de Spearman entre todas as comparações possíveis entre áreas para cada uma das variáveis fenológicas. Estes coeficientes foram utilizados para auxiliar em uma interpretação mais objetiva; nenhuma probabilidade foi associada a eles. Autocorrelações cíclicas, características de dados fenológicos, invalidam o teste de coeficientes de correlação, e soluções não são triviais (Dale & Fortin 2009).

Todas as análises foram executadas no programa de computação R, versão 2.10.1 (R Core Development Team 2009). A filtragem por autovetores foi implementada através do pacote “spacemakeR” (Dray *et al.* 2010); a partição hierárquica, pelo pacote “hier.part” (Walsh & MacNally 2008); e os gráficos de regressão parcial, pelo pacote “car” (Fox 2009).

### **3. Resultados**

#### **3.1 Aspectos gerais**

Ao todo, foram registrados 3801 indivíduos distribuídos em 628 espécies, 229 gêneros e 63 famílias. Uma análise florística detalhada destas áreas pode ser encontrada em Cardoso (2010).

As variáveis ambientais apresentaram sazonalidade acentuada, com picos de temperatura média ocorrendo pouco antes dos picos de precipitação acumulada (figura 2). No entanto, as maiores oscilações foram observadas nos dados de precipitação. Os meses com menor precipitação acumulada (< 100 mm) tenderam a ser julho, agosto, setembro e outubro, caracterizando uma estação relativamente seca. Os máximos de temperatura média ocorreram alguns meses antes dos máximos de precipitação acumulada. A umidade relativa do ar ao longo dos seis anos de estudo apresentou maiores valores na estação chuvosa.

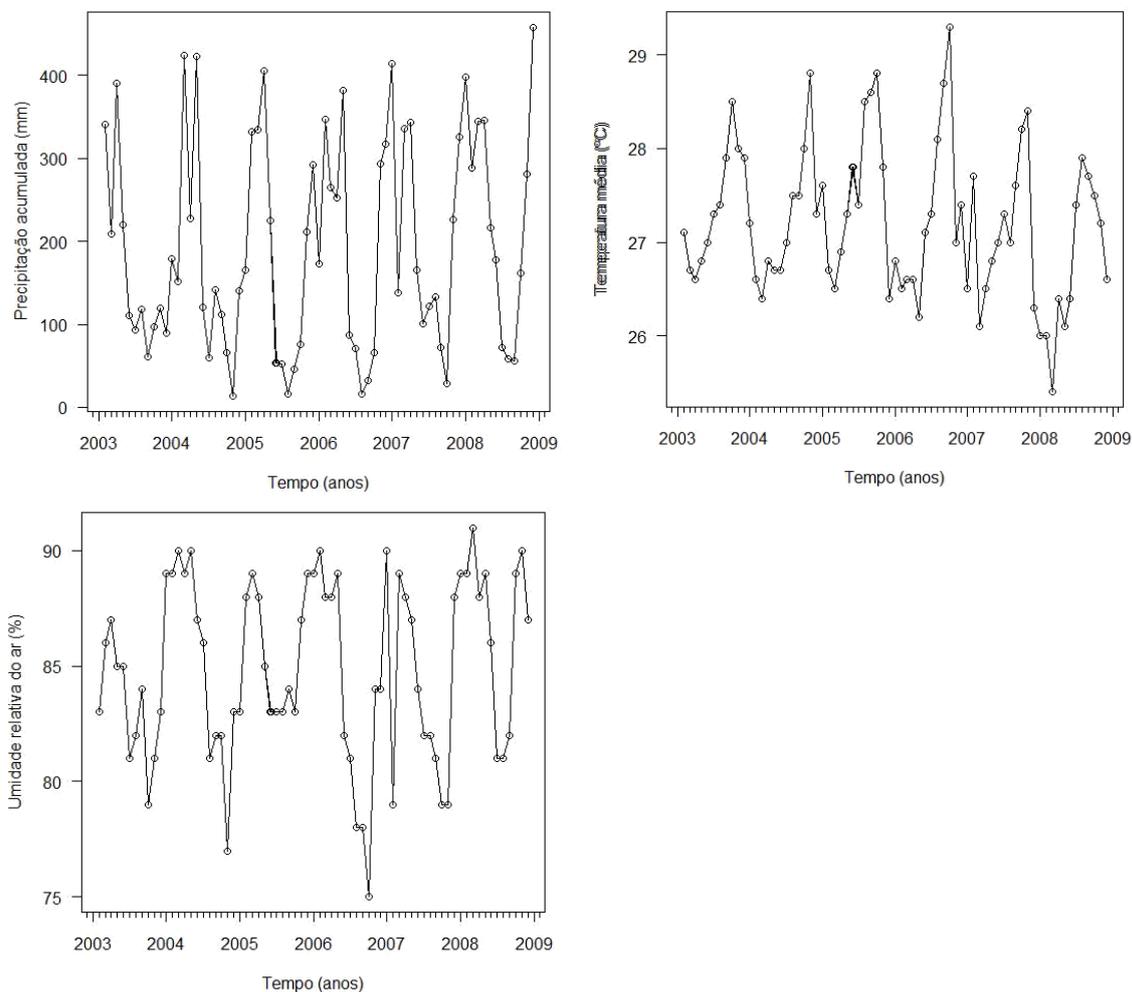


Figura 2. Variáveis ambientais (precipitação, temperatura e umidade anual) durante o período de estudo na cidade de Manaus

Nas quatro áreas de estudo, o maior número de indivíduos em floração ocorreu no fim da estação seca e no início da estação chuvosa (figura 3). A frequência e a regularidade da floração é visível nas quatro áreas durante os seis anos observados. Os picos de floração tenderam a ocorrer durante os períodos mais secos ou de transição da estação seca para a chuvosa nas quatro áreas estudadas. Picos expressivos de floração foram observados entre os anos de 2007-2008 na Reserva Ducke, 2006-2007 para as áreas do Acariquara e Coroadó e 2003-2004 para a área do SESI.

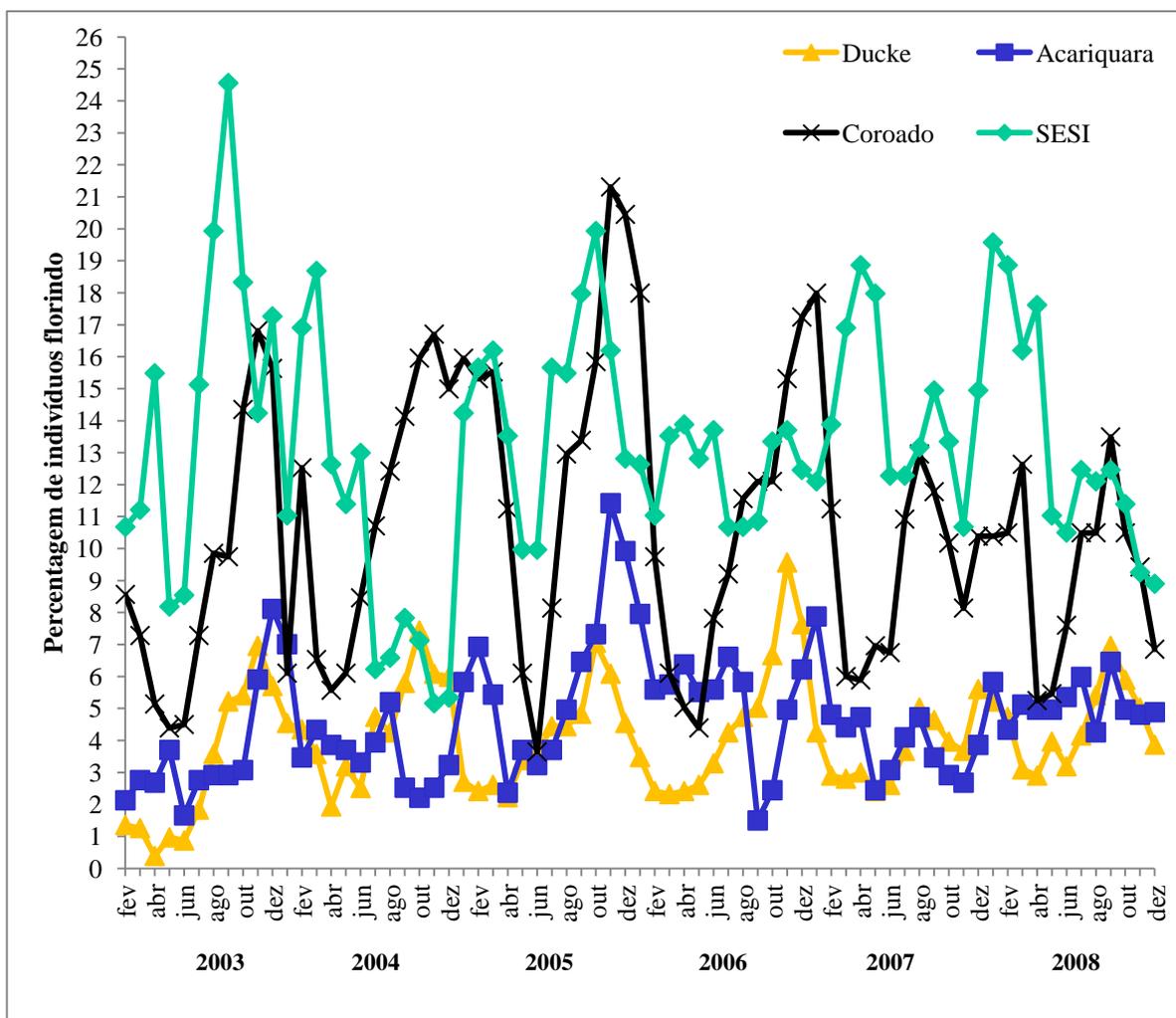


Figura 3. Percentagem de indivíduos em fase de floração/mês no período de fevereiro de 2003 a dezembro de 2008 nas diferentes áreas (Reserva Ducke, Acariquara; Coroado e Clube do SESI) Manaus Amazonas.

A frutificação mostrou um padrão geral de maior quantidade e diversidade (maior percentagem de indivíduos produzindo frutos) entre os meses de outubro e maio (figura 4). Os picos de frutificação na Reserva Ducke ocorreram durante a estação chuvosa. Observou-se também que, para esta mesma área, os picos ocorrem com um intervalo de 9 a 14 meses, caracterizando um padrão de frutificação anual, unimodal. No Acariquara, os picos de frutificação também foram mais evidenciados na estação chuvosa. No entanto, em fevereiro de 2006, aproximadamente 160 indivíduos frutificaram, sendo este o maior pico durante os seis anos de observação. Nos anos seguintes, os picos continuaram na estação

chuvosa, porém com um número bem menor de indivíduos frutificando quando comparados ao ano de 2006. A distância entre picos foi de 6 a 12 meses, sugerindo um padrão semestral a anual.

Os picos de frutificação para a área do Coroadó seguiram o mesmo padrão da área da Reserva Ducke (figura 4). Os maiores picos ocorreram na estação chuvosa, com intervalos entre picos bastante variados, de 5 a 13 meses. Assim, o Coroadó também configurou um padrão de frutificação anual.

O SESI também apresentou picos de frutificação durante a estação chuvosa. Porém, a partir do ano de 2004, pareceu haver um decréscimo da magnitude da sazonalidade desta fenofase. O intervalo entre picos variou de 5 a 10 meses, ilustrando novamente um padrão anual.

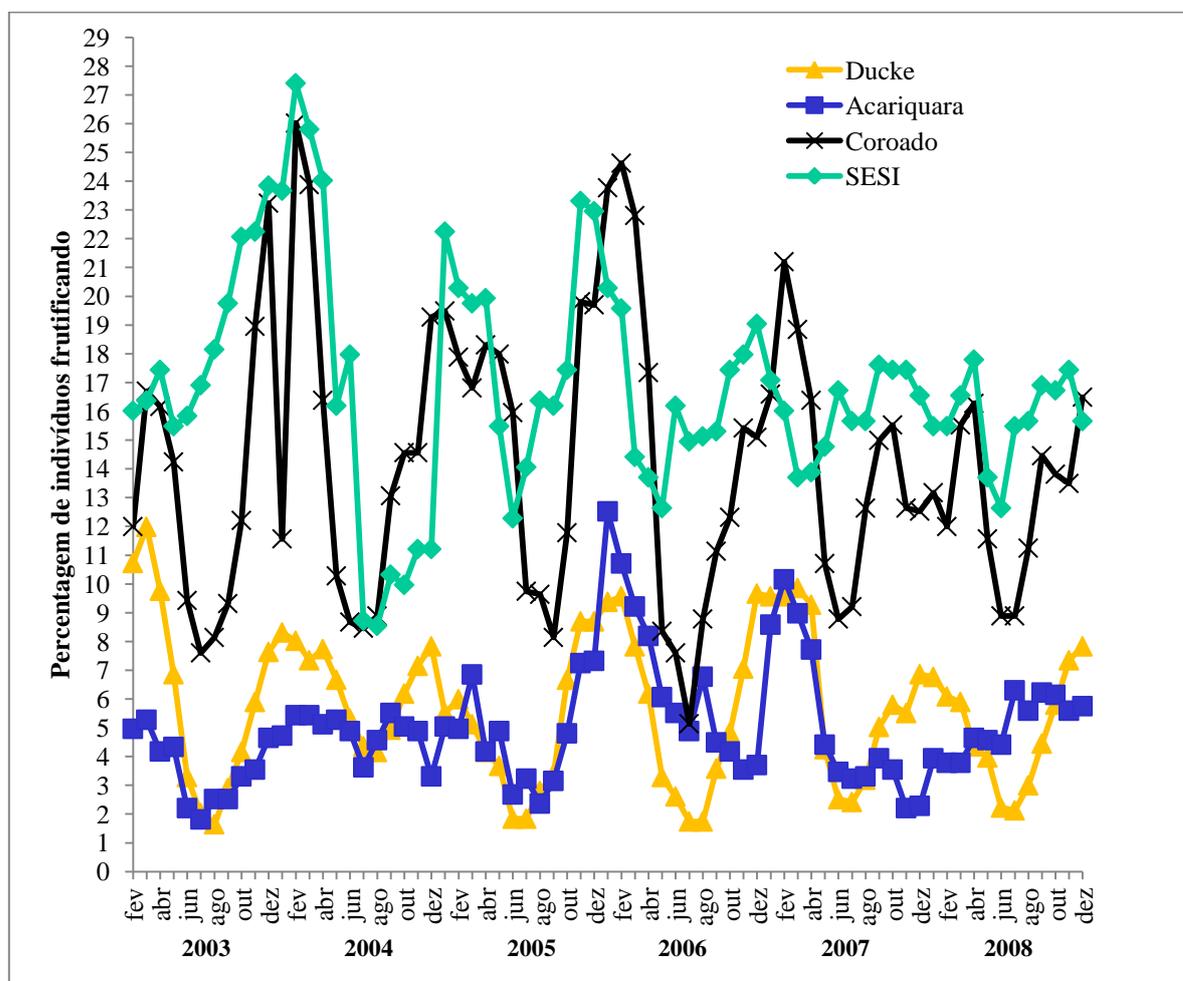


Figura 4. Percentagem de indivíduos em fase de frutificação/mês no período de fevereiro de 2003 a dezembro de 2008 nas diferentes áreas (Reserva Ducke, Acariquara; coroadó e Clube do SESI) Manaus Amazonas.

Todas as áreas apresentaram picos de emissão de folhas novas na estação seca (Figura 5). Observou-se que, na área do Coroadó, no ano de 2005, o pico de folhas novas difere dos outros anos e também das outras áreas, ocorrendo no mês de novembro, no início da estação chuvosa. Nas áreas da Reserva Ducke, Acariquara e SESI, o ano de 2005 também apresentou os maiores picos de produção de folhas novas dentre os seis anos de estudo, porém ainda na estação seca.

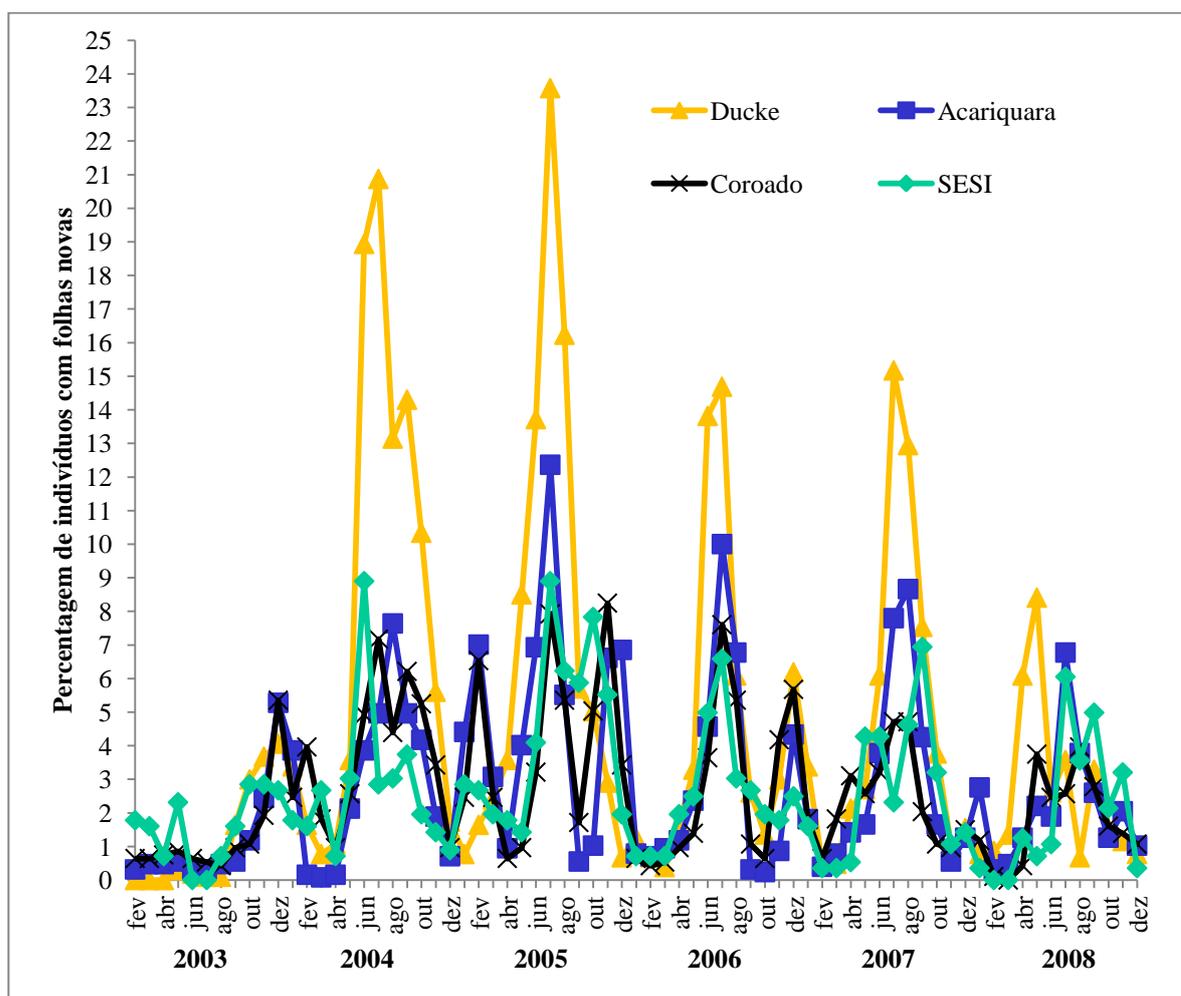


Figura 5 . Percentagem de indivíduos em fase de folhas novas/mês no período de fevereiro de 2003 a dezembro de 2008 nas diferentes áreas (Reserva Ducke, Acariquara; coroadó e Clube do SESI) Manaus Amazonas.

A fenofase de perda de folhas apresentou valores baixos de número de indivíduos por mês, com alguns picos ao longo dos anos de estudo. Pode-se

observar pelos gráficos (figura 6) que os picos ocorreram nas estações secas, coincidindo com as observações feitas para folhas novas.

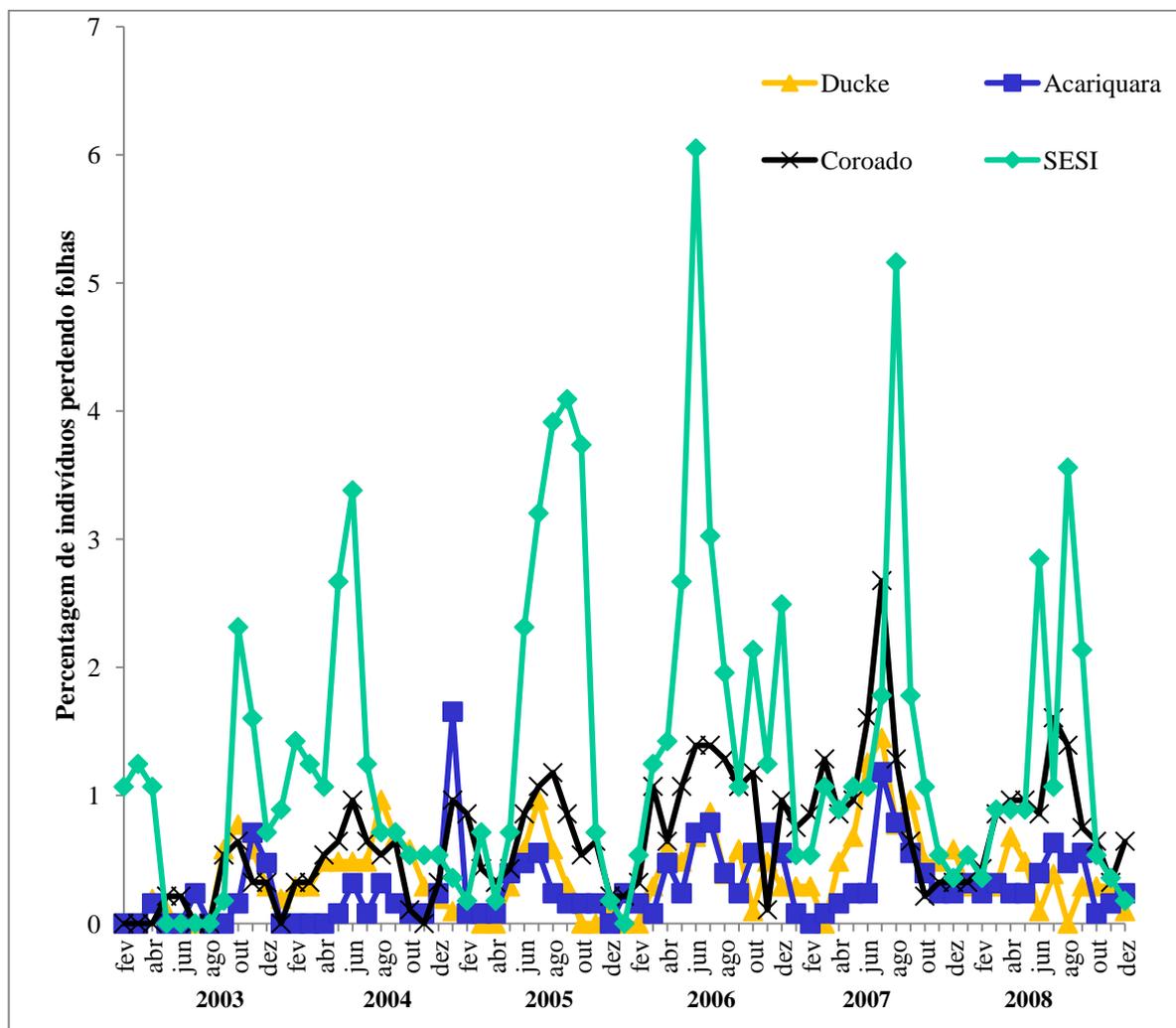


Figura 6. Percentagem de indivíduos em fase de perda de folhas/mês no período de fevereiro de 2003 a dezembro de 2008 nas diferentes áreas (Reserva Ducke, Acariquara; Coroadó e Clube do SESI) Manaus Amazonas.

### 3.2 Variáveis ambientais e respostas fenológicas

A análise fenológica através dos modelos lineares generalizados mostrou que as três variáveis ambientais tratadas neste estudo explicaram, independentemente,

porções relativamente pequenas da variação no número de indivíduos florindo nas quatro áreas de estudo.

Na Reserva Ducke, o modelo referente à floração explicou 73% da variação total. Foi necessário a inclusão de oito autovetores para controle da autocorrelação residual. A temperatura média apresentou uma relação positiva com o número de indivíduos florindo, mas com atraso de um mês. Já a precipitação acumulada, ao contrário da temperatura, apresentou relação positiva com a floração, com atraso de dois meses. A umidade relativa do ar apresentou uma relação negativa com a floração, com atraso de um mês (figura 7).

No Acariquara, as variáveis preditoras explicaram 62% da variação, foram incluídos no modelo quatro autovetores e três “*outliers*” foram retirados da análise. A precipitação apresentou relação negativa com a floração, com atraso de quatro meses, a temperatura, relação positiva com atraso de três meses e por último o efeito da umidade mostrou-se estatisticamente não significativo.

Na área do Coroadó, o modelo explicou 73% da variação, seis autovetores foram incluídos no modelo e apenas um “*outlier*” foi retirado da análise. A precipitação apresentou relação negativa com atraso de três meses em relação à floração e a temperatura e a umidade, uma relação positiva com atraso de dois meses.

Para a área do SESI, as variáveis explanatórias capturaram 54% da variação total, foram incluídos sete autovetores e um “*outlier*” foi retirado da análise. Apenas a umidade com um atraso de sete meses apresentou correlação negativa com o número de indivíduos florindo. A precipitação e a temperatura não apresentaram relações significativas.

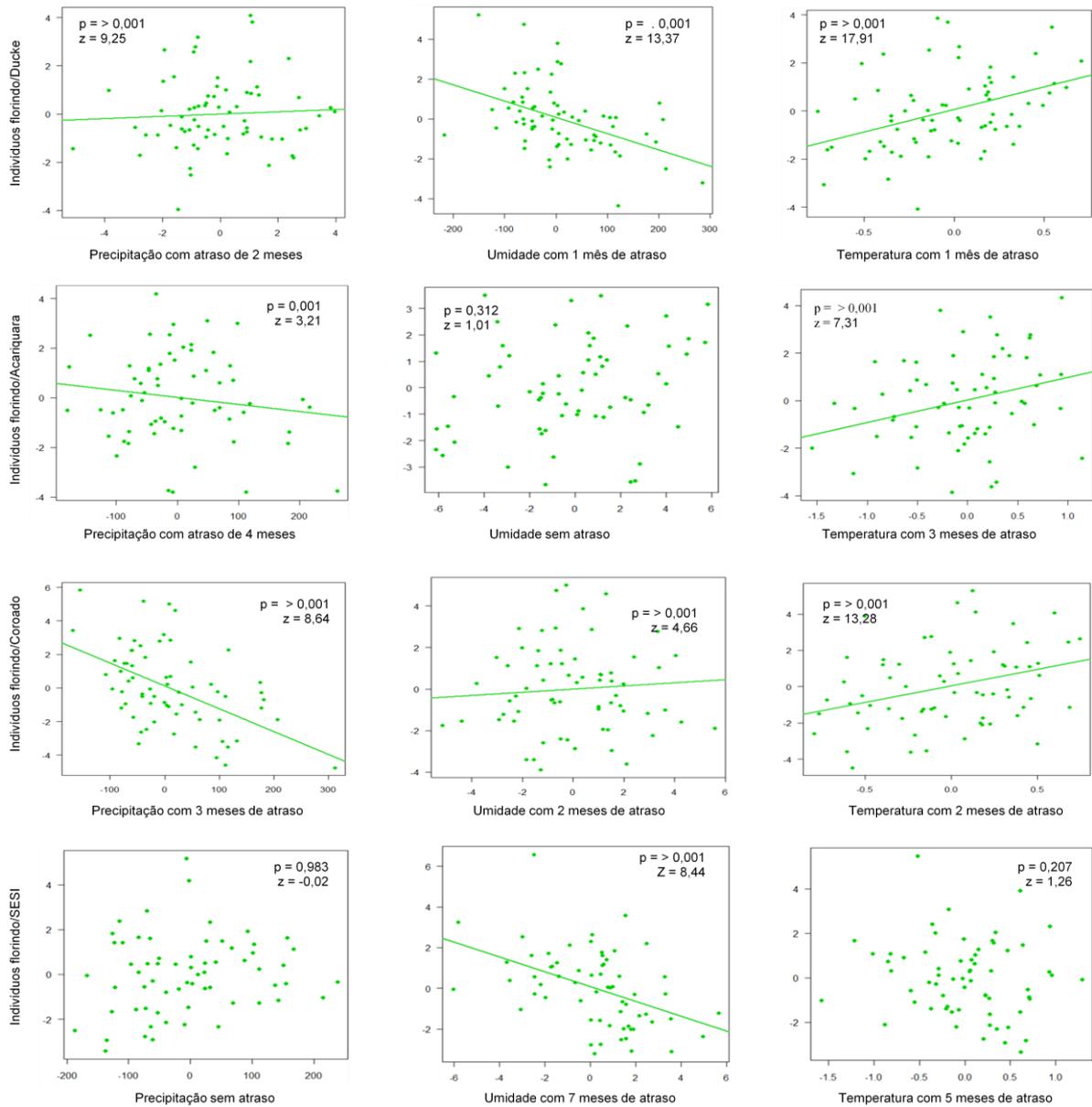


Figura 7. Regressões parciais entre número de indivíduos florindo e variáveis ambientais nas quatro áreas de estudo.

As regressões parciais entre indivíduos frutificando e indivíduos florindo mostraram-se positivas, (o elevado efeito independente da floração sob a frutificação mostra que grande parte da frutificação é explicada pela floração) e a estimativa do efeito independente, elevadas, mostrando que grande parte da frutificação é explicada pela floração (figura 8 e figura 11). As variáveis ambientais contribuíram

muito pouco (Valores de z) independentemente na explicação da frutificação quando comparadas à floração, exceto na área do SESI (figura 11).

Na Reserva Ducke, o modelo explicou 86% da variação total e cinco autovetores foram incluídos. O número de indivíduos florindo teve uma relação positiva com atraso de três meses e explicou 43,28% da variação no número de indivíduos frutificando (figura 11 a e b). A precipitação, e a umidade também tiveram efeito positivo sobre o número de indivíduos frutificando, sem atraso, a temperatura não apresentou relação significativa.

No Acariquara, as variáveis preditoras explicaram 67% da variação encontrada, dois autovetores foram acrescentados e cinco “*outilers*” foram retirados. O número de indivíduos florindo dois meses antes explicou 54,09% da frutificação (figura 11 a e b) e a precipitação, temperatura e umidade tiveram efeito positivo sem atraso (não apresentaram relação significativa).

No Coroadó, o modelo explicou 71% da variação total, nenhum autovetor foi incluído e foi retirado um “*outiler*”. O número de indivíduos florindo teve uma relação positiva com atraso de dois meses e explicou 88,66% da frutificação (figura 11 a e b). Precipitação, umidade e temperatura não apresentaram relação significativa.

No SESI, as variáveis explanatórias capturaram 54% da variação total, sete autovetores foram acrescentados e foi retirado um “*outiler*”. O número de indivíduos florindo sem atraso explicou 19,21% da frutificação (figura 11 a e b). A precipitação com atraso de quatro meses apresentou uma correlação levemente negativa; (leve inclinação da reta) a umidade com quatro meses de atraso, uma correlação negativa; a temperatura com três meses de atraso apresentou correlação positiva. Ao contrário das outras áreas, no SESI, o efeito da floração sobre a frutificação foi similar ao das demais variáveis e, assim, todas contribuíram relativamente pouco. (valores de z).

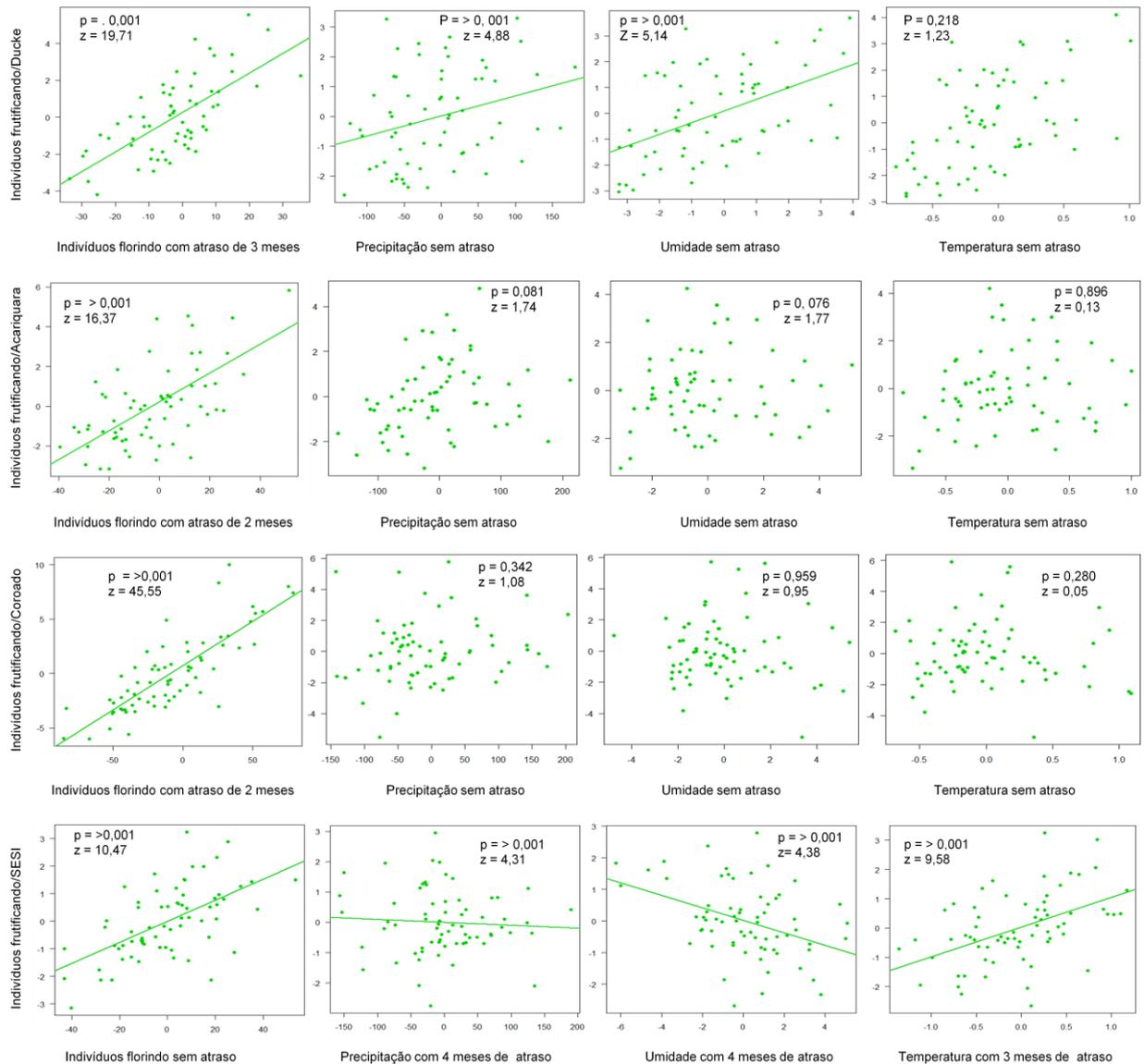


Figura 8. Regressões parciais entre número de indivíduos frutificando indivíduos florindo e variáveis ambientais nas quatro áreas de estudo.

Só foi possível detectar relações entre o número de indivíduos com folhas novas e as variáveis ambientais na área do SESI. Os modelos criados para as demais áreas revelaram resíduos altamente correlacionados, produzindo resultados pouco confiáveis. No SESI, a precipitação sem atraso apresentou correlação negativa com a produção de folhas novas, e a umidade com atraso de 5 meses, correlação positiva e a temperatura sem atraso não apresentou correlação significativa (figura 9).

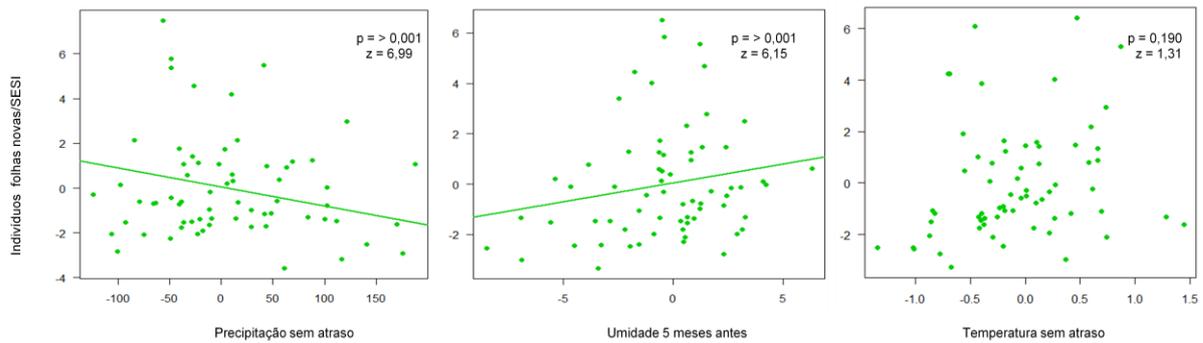


Figura 9. Regressões parciais entre número de indivíduos com folhas novas e variáveis ambientais área do SESI.

Na análise da perda de folhas, os modelos criados para Reserva Ducke e Acariquara também apresentaram forte autocorrelação dos resíduos, comprometendo quaisquer interpretações. Já os modelos do SESI e do Coroadó indicaram correlações entre as variáveis ambientais e o número de indivíduos perdendo folhas. Para o SESI, a precipitação sem atraso apresentou uma correlação negativa; a umidade, uma correlação positiva com atraso de cinco meses; e a temperatura, uma correlação negativa com atraso de cinco meses (figura 10). A dispersão dos dados em torno da média predita por estas três variáveis foi muito grande, e a proporção de variação da perda de folhas capturada independentemente por cada variável explanatória foi pequena. Esta mesma observação foi feita para a área do Coroadó, que apresentou correlação positiva entre precipitação com atraso de quatro meses e o número de indivíduos perdendo folhas, bem como correlações positivas entre umidade e temperatura com atraso de três meses e a perda de folhas.

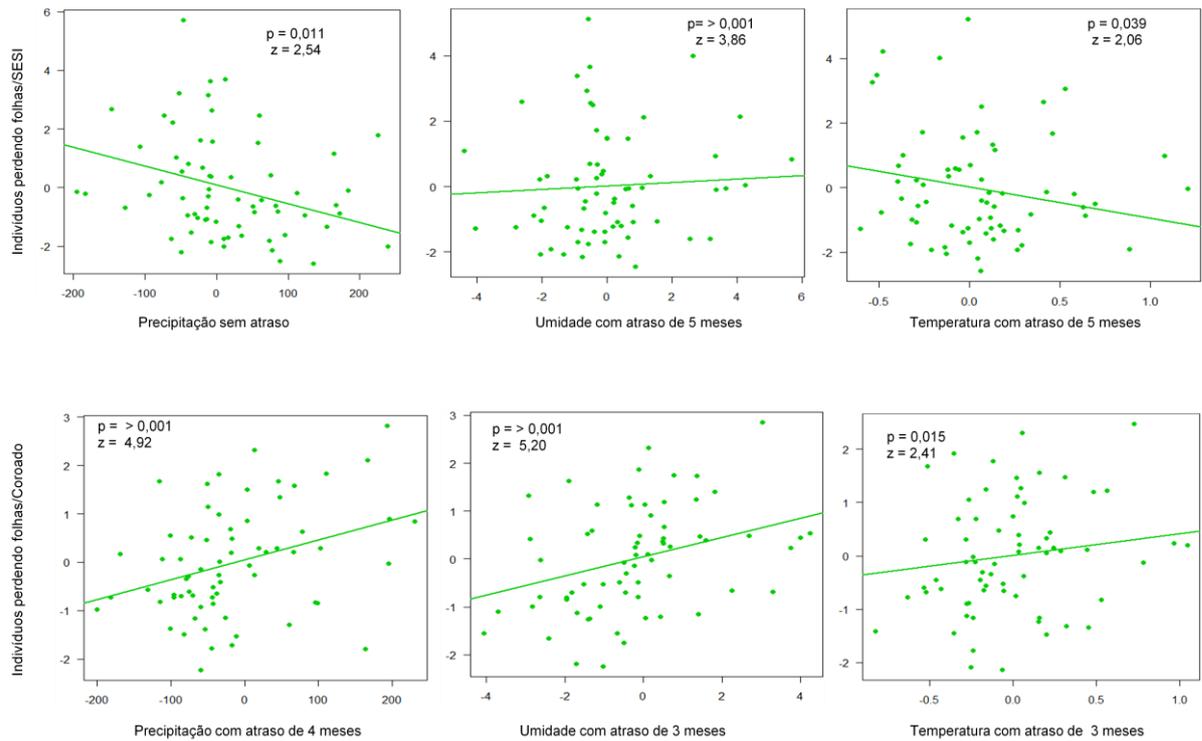


Figura 10. Regressões parciais entre número de indivíduos perdendo folhas e variáveis ambientais no SESI e no Coroado.

Houve diferenças marcantes entre os locais no que diz respeito à variável ambiental mais explicativa, bem como ao atraso da resposta fenológica da comunidade (figura 11a, b). Aparentemente, a variação explicada pelos fatores ambientais sobre o número de indivíduos florindo, tanto conjuntamente, quanto em separado variou de forma não monotônica ao longo do gradiente de perturbação hipotetizado: 55% na RFAD, 18% no Acariquara, 43% no Coroado e 14 % no SESI. Já para a frutificação, tendências aparentemente não monotônicas (cresce ou decresce num único sentido) foram observadas, porém com sentidos opostos: o efeito independente da floração aumentou da RFAD para o Coroado, então declinando no SESI; os efeitos independentes das variáveis ambientais seguiram uma tendência inversa (figura 11). Além disso, os autovetores (que representam as interdependências ou autocorrelação temporal dos dados) capturaram proporções relativamente grandes da variação total.

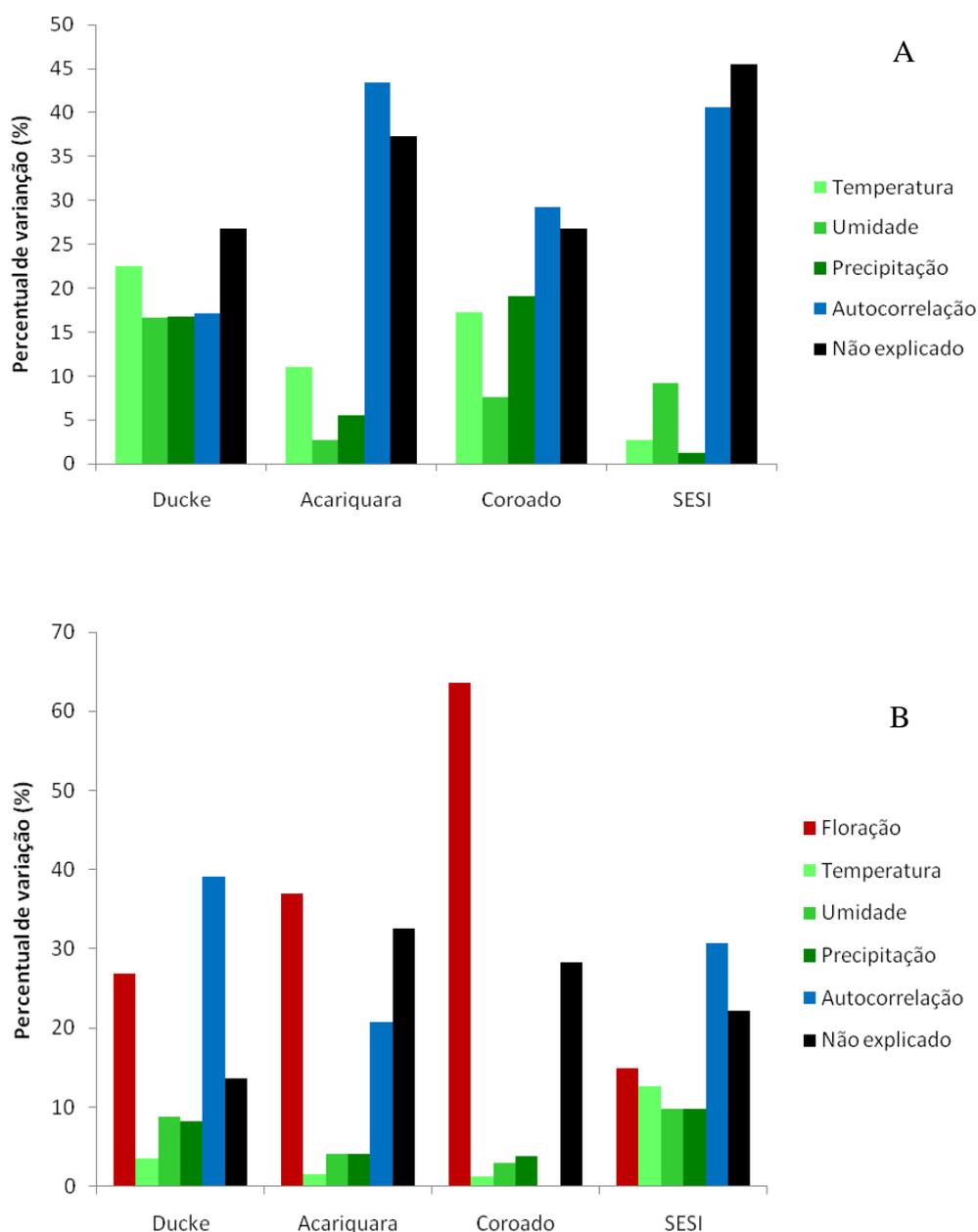


Figura 11. Gráficos comparativos mostrando os efeitos independentes de cada um dos preditores para as quatro áreas de estudo. (A = floração, B = frutificação).

### 3.3 Concordâncias fenológicas

Ao avaliar a correspondência fenológica entre as áreas estudadas, obteve-se as seguintes relações: uma associação negativa entre o número de indivíduos florindo da área do SESI e da Reserva Ducke; uma relação entre as duas áreas

consideradas mais antropizadas, SESI e Coroado; uma correspondência relativamente fraca entre as áreas da Reserva Ducke e do Acariquara, consideradas as menos alteradas (tabela 1). Para o número de indivíduos frutificando, as menores relações foram observadas entre a área do SESI e as demais, e a maior correspondência, entre o Coroado e a Reserva Ducke (0.70), a qual é bastante similar à associação entre estas mesmas áreas com relação ao número de indivíduos florindo (0.62). As associações entre os números de indivíduos com folhas novas apresentaram-se moderadas a fortes em todas as comparações entre áreas. Com relação ao número de indivíduos perdendo folhas, a menor correspondência observada foi entre SESI e Acariquara, e a maior, entre Coroado e Reserva Ducke (tabela 1). Além disto, a variabilidade dos coeficientes de correlação entre as diferentes comparações sugere que, em geral, houve uma correspondência fenológica maior em se tratando das fenofases vegetativas, enquanto que entre as fenofases reprodutivas a correspondência variou amplamente.

Tabela 1. Coeficientes de correlação de Spearman entre as variáveis fenológicas das quatro áreas de estudo.

	<b>Ducke</b>	<b>Acariquara</b>	<b>Coroado</b>
<b>Indivíduos florindo</b>			
<b>Ducke</b>			
<b>Acariquara</b>	0.185		
<b>Coroado</b>	0.628	0.306	
<b>SESI</b>	-0.019	0.190	0.906
-----			
<b>Indivíduos frutificando</b>			
<b>Ducke</b>			
<b>Acariquara</b>	0.456		
<b>Coroado</b>	0.705	0.439	
<b>SESI</b>	0.283	0.008	0.373
-----			
<b>Indivíduos com folhas novas</b>			
<b>Ducke</b>			

<b>Acariquara</b>	0.694		
<b>Coroado</b>	0.678	0.769	
<b>SESI</b>	0.633	0.615	0.661

---

**Indivíduos perdendo folhas**

**Ducke**

<b>Acariquara</b>	0.415		
<b>Coroado</b>	0.417	0.491	
<b>SESI</b>	0.400	0.440	0.553

#### **4. Discussão**

De um modo geral, as séries fenológicas e climáticas estão de acordo com a variedade de padrões já observados em florestas tropicais, com dois picos ao ano nas quatro áreas estudadas. Os padrões descritos para comunidades podem variar desde um pico semestral (Anderson *et al.* 2005), um único pico anual (Alencar *et al.* 1979, ter Steege & Persaud 1991, Peres 1994), um pico bianual (Anderson *et al.* 2005), vários picos de floração ao ano (van Schaik 1986) ou nenhum padrão sazonal claro (Hilty 1980, Opler *et al.* 1980, Kinnaird 1992, Krishnan 2002). É possível que os picos semestrais das fenofases ocorram em regiões tropicais porque o Sol passa pelo zênite celeste duas vezes por ano, influenciando os padrões meteorológicos Anderson *et al.* (2005).

Neste estudo, os maiores picos de floração tenderam a ocorrer nos períodos mais secos ou de transição da estação seca para a chuvosa, mostrando um padrão sazonal nas quatro áreas de estudo. Vários autores têm associado picos de floração em florestas amazônicas à estação seca (Araujo 1970, Daubemire 1972, Frankie *et al.* 1974, Alencar *et al.* 1979, Carvalho 1980, Muniz 1996, Hamann 2004, Haugaase & Peres 2005). Como na floração, a frutificação foi um evento altamente sazonal nos quatro ambientes avaliados. A tendência de pulsos de frutificação durante o início da estação chuvosa observada neste trabalho vai ao encontro dos achados em outras partes dos neotrópicos (Janzen 1967, Smythe 1970, Alencar *et al.* 1979, Foster 1982, ter Steege & Persaud 1991, Peres 1994). Além disto, a disponibilidade perene

de indivíduos com frutos indica que a frutificação nestas comunidades é recurso confiável à assembléia de animais frugívoros associados.

De modo similar, o padrão de mudança foliar observado nas áreas estudadas é consistente com outros estudos de florestas tropicais situadas em áreas de alta pluviosidade (Frankie *et al.* 1974, Lieberman 1982, van Schaik 1986, Koptur *et al.* 1988, Ter Steege & Persaud 1991), mas contrasta com florestas tropicais secas onde os picos de folhas novas tendem a ocorrer antes ou imediatamente após o início da estação chuvosa (Daubermire 1972, Frankie *et al.* 1974, Opler *et al.* 1980, Bullock & Solis-Magallanes 1990). Haugaasen & Peres (2005), ao compararem florestas de várzea, igapó e terra firme, verificaram pouca deciduidade neste último ambiente, o que também está de acordo com o presente estudo.

A análise fenológica com modelos lineares generalizados sugeriu que as três variáveis climáticas hipoteticamente importantes no controle das fenofases vegetais estão associadas aos padrões fenológicos observados em nível de comunidade. Entretanto, as contribuições independentes de cada uma apresentaram poder explanatório relativamente pequeno, e apenas na RFAD elas explicaram conjuntamente mais da metade da variação fenológica total (no caso da floração).

Foram detectadas associações negativas entre a precipitação acumulada e o número de árvores florindo, bem como com o número de indivíduos ganhado e perdendo folhas, mas relações positivas também foram observadas em algumas áreas; a precipitação acumulada teve efeito positivo sobre o número de árvores frutificando em todas as áreas. Assim, é possível que a seca seja um sinal direto para floração, produção e perda de folhas em ao menos parte das espécies presentes nestas comunidades. Paralelamente, a disponibilidade de água parece limita diretamente a produtividade de frutos nestas áreas. Vários trabalhos apontam para a disponibilidade de água como um fator importante para a manifestação das fenofases vegetais (Araújo 1970; Alencar *et al.* 1979, Reich 1995, Aide & Angulo-Sandoval 1997, Borchert *et al.* 2004). Em florestas tropicais sazonais sempre verdes, a emissão de folhas frequentemente ocorre na estação seca e os brotos emergem antes das chuvas; desta forma, o período seco seguido pelas primeiras chuvas pode ser um estímulo para o início do crescimento vegetativo (Longman & Jenik 1974), como atestam os resultados presentes. Frutos carnosos tendem a ser produzidos na estação chuvosa, quando há água necessária para produzi-los (Tutin

& Fernandez 1993), o que também está de acordo com os resultados aqui apresentados. Recentemente, Brearley *et al.* (2007), em uma floresta úmida em Borneo, observaram uma forte associação negativa entre a proporção de árvores frutificando na comunidade e a precipitação acumulada de três meses antes, igualmente sugerindo a seca como um importante sinal fenológico. É importante notar, porém, que árvores não obtêm água diretamente das chuvas; elas dependem dos depósitos hídricos do solo. Isso pode explicar a contribuição relativamente pequena da precipitação acumulada em todos os modelos.

Enquanto que em regiões temperadas a variação na temperatura parece ser um dos principais sinais de indução das fenofases vegetais (Menzel 2002), nas regiões tropicais, a temperatura atmosférica varia relativamente pouco ao longo do ano e seu papel sobre a fenologia de árvores é duvidoso (van Sheik *et al.* 1993, Reich 1995). Apesar de, nos últimos anos, vários trabalhos terem indicado um efeito do aumento da temperatura média global sobre a floração de várias espécies (e.g. Fitter & Fitter 2002, Chapman *et al.* 2005, Luo *et al.* 2007), muitos deles baseiam-se em séries fenológicas de regiões temperadas ou subtropicais. Por outro lado, Anderson *et al.* (2005) identificaram flutuações de curto prazo da temperatura e da precipitação como fatores cruciais à variação fenológica observada em árvores no Parque Nacional de Tai, Costa do Marfim, e Chapman *et al.* (2005) relataram uma associação entre temperatura mensal mínima e número de árvores frutificando, com diferentes atrasos mensais, nas florestas úmidas do Parque Nacional de Kibale, Uganda. Estes autores sugeriram que a temperatura poderia ter tanto um efeito indireto sobre a frutificação (através da indução da floração) quanto direto, já que as temperaturas mínimas noturnas estão associadas à menor nebulosidade, maior insolação e, possivelmente, maior atividade fotossintética. O presente estudo sugere que a temperatura mensal média teve efeitos em geral positivos sobre a expressão das fenofases, o que está de acordo com a relação bem estabelecida entre maiores temperaturas e maior atividade fotossintética (Schulze *et al.* 2002). Porém, o maior efeito da temperatura ocorreu sobre o número de indivíduos florindo na RFAD, uma floresta primária, e o menor no SESI, uma capoeira sob antropização. Já a tendência parcial para a frutificação (uma vez controlado estatisticamente o efeito da floração, o controle foi feito pela regressão múltipla) foi exatamente oposta. Estas duas observações, em conjunto, sugerem que a hipótese de que a temperatura atuaria

como um sinal direto para a frutificação é mais condizente com estes dados. Frequentemente, o aumento da temperatura mediado pelo efeito “ilha de calor” associado é invocado como principal causa de variação na fenologia floral em ambientes urbanos (Neil & Wu 2006). No atual trabalho, todas as áreas observadas estão situadas dentro do perímetro urbano de Manaus, embora apenas três delas estejam sujeitas diretamente a efeitos de borda (i.e. Acariquara, Coroado e SESI). Sabe-se que a mortalidade de árvores emergentes até 300 m da borda de fragmentos florestais é consideravelmente maior que no interior dos fragmentos (Laurence *et al.* 2000), um aspecto provavelmente influente sobre o comportamento fenológico destes ambientes. A comparação dos resultados obtidos de Acariquara, Coroado e SESI documenta a possibilidade de mais de um tipo de resposta fenológica sob condições antropogênicas, e pode estar associada ao grau ou tempo de antropização aos quais estas áreas estiveram expostas.

A umidade relativa do ar pode afetar a produção de tecidos vegetais através do controle da abertura dos estômatos: quanto maior o déficit de pressão de vapor d'água do ar, menor a condutância dos estômatos, o que acaba por influenciar a atividade fotossintética (Schulze *et al.* 2002). Logo, o efeito mais provável de um aumento na umidade do ar sobre a fenologia das plantas seria um aumento da produtividade (e.g. Zalamea & González 2008), e de sua diminuição, um aumento da deciduidade a fim de evitar a dessecação. Entretanto, no corrente trabalho, a umidade relativa do ar mostrou-se pouco explicativa dos padrões de variação no número de indivíduos em todas as fenofases. Contrariando as expectativas, porém, ela apresentou efeitos tanto positivos quanto negativos sobre o número de árvores com folhas, flores e frutos, e positivo sobre o número de árvores perdendo folhas. Talvez esta variável seja mais importante em interação com outros fatores ambientais, e não necessariamente de forma direta e independente. Por exemplo, a seca fisiológica experimentada por plantas depende não apenas da quantidade de água no solo, mas também das condições atmosféricas (incluindo umidade) e de características intrínsecas à planta (van Scheik *et al.* 1993). Poucos estudos trataram diretamente do papel da umidade do ar (em oposição à do solo) na fenologia de árvores tropicais, e são necessárias mais investigações detalhadas a fim de compreender o tipo de efeito e os mecanismos envolvidos.

A floração é um evento que naturalmente antecede a frutificação. O número de indivíduos florindo teve um efeito positivo sobre o número de indivíduos frutificando nas quatro áreas estudadas e explicou a maior da variação nesta variável, embora sua contribuição tenha sido relativamente menor no SESI. É possível que este resultado reflita um desacoplamento entre a produção de flores e de frutos nas espécies prevalentes nesta área: embora espécies de árvores tropicais possam florescer a cada seis meses ou anualmente, elas não produzem frutos com essa mesma frequência (Longman & Jenik 1987), havendo geralmente maior escassez de frutos durante a estação seca (Bonaccorso *et al.* 1980, Lima-Júnior 1992, Alencar 1994).

Embora não analisados neste trabalho, fatores bióticos, como a abundância de polinizadores, também podem influenciar a fenologia reprodutiva de árvores tropicais (Adler & Lambert, 2008). A drástica redução do efeito do número de indivíduos florindo sobre aquele de indivíduos frutificando na área de estudo mais antropizada (i.e. SESI) pode, ao menos em parte, refletir a escassez local de polinizadores associados às espécies predominantes nesta área. Ainda assim, não é óbvio por que o gradiente de antropização aqui investigado deveria se refletir nas tendências aparentemente não monotônicas dos efeitos do clima sobre o número de indivíduos florindo e do clima e da floração sobre o número de indivíduos com frutos. Os padrões fenológicos apresentados pelas árvores pioneiras mais abundantes na Amazônia central são bastante variáveis (Bentos *et al.* 2008), e é possível que isto contribua para a imprevisibilidade dos padrões fenológicos em nível de comunidade em áreas caracterizadas por vegetação de capoeira. Esta questão merece atenção futura, especialmente tendo em vista que os efeitos da urbanização sobre a fenologia de florestas tropicais são pouquíssimo conhecidos (Neil & Wu 2006).

O presente estudo contou com ferramentas estatísticas normalmente não empregadas em estudos fenológicos (i.e. partição hierárquica, filtragem por autovetores). Entretanto, o controle da autocorrelação e da multicolinearidade em análises envolvendo múltiplas séries temporais é essencial no sentido de minimizar a chance de produzir resultados espúrios (Zuur *et al.* 2009). Muitos estudos fenológicos baseiam-se simplesmente em correlações simples para inferir efeitos ambientais sobre a fenologia de plantas (e.g. Martin-Gajardo & Morellato 2003, Bentos *et al.* 2008, Muniz 2008), mas este procedimento não é capaz de discernir

entre as contribuições independentes de diferentes fatores (Magnusson & Mourão, 2005). É interessante notar também a elevada contribuição da autocorrelação temporal na explicação destes dados. No contexto temporal, a autocorrelação expressa a tendência a observações temporalmente próximas apresentarem valores similares, o que é típico de fenômenos cíclicos (quando você faz comparações simples entre duas variáveis qualquer não e a mesma coisa quando você controla efeito de uma dessas variáveis). Ela pode, porém, ter causas distintas. Assim, os autovetores construídos e incorporados aos modelos podem tanto capturar informação sobre ciclos fenológicos endógenos às plantas, quanto o efeito de fatores exógenos importantes à fenologia vegetal, mas não incluídos nos modelos (e.g. Zuur et al. 2009). Por isto, não se pode descartar a possibilidade de que os padrões fenológicos observados para estas comunidades estejam sob controles outros além dos abordados, possivelmente envolvendo as constituições genética e fisiológica das comunidades, bem como interações ecológicas como polinização, predação e competição.

Árvores tropicais são organismos plásticos em suas respostas à variação ambiental e podem ajustar seus programas fenológicos perante situações estressantes. Neste sentido, é possível que uma mesma espécie possa ter sua resposta fenológica parcialmente equalizada entre diferentes ambientes, incluindo aqueles induzidos por ação antrópica. Por exemplo, Laurence *et al.* (2003) encontraram pouca evidência de que as condições de borda de fragmentos florestais alterem substancialmente as fenologias vegetativa e reprodutiva de árvores na Amazônia central. Por outro lado, espécies diferentes podem apresentar estratégias adaptativas distintas e, assim, a composição florística de um local pode ter grande efeito sobre os padrões fenológicos da comunidade. (o número de espécies suprime informação sobre a abundância relativa) Por exemplo, a duração da frutificação de algumas espécies de árvores está associada ao seu DAP médio, e florestas que variam quanto ao porte das árvores mais abundantes podem apresentar padrões fenológicos distintos (Anderson *et al.* 2005). Além disso, a variação fenológica também pode ser notada em nível intraespecífico: as probabilidades de floração e frutificação de algumas árvores tropicais tendem a aumentar em função do DAP (Thomas 1996, Adler & Kiepiniski 2000). Logo, até mesmo a composição

demográfica das populações de cada espécie pode influenciar, indiretamente, a resposta fenológica da comunidade.

Além disto há uma forte substituição florística entre os locais de estudo (Cardoso 2010); particularmente, a área do SESI parece ser bastante distinta das demais, mesmo em nível de famílias botânicas. A variação na composição florística está associada à variação em uma série de características estruturais das florestas que, por sua vez, condicionam o microclima ao qual as plantas estão sujeitas. Laurence *et al.* 2002.

Em estudos futuros, seria interessante tentar integrar as contribuições relativas de fatores tanto abióticos quanto bióticos na regulação da fenologia de comunidades vegetais. A compreensão destes processos, especialmente no contexto da urbanização, é fundamental para a conservação e manejo racional das funções ecológicas das comunidades arbóreas remanescentes em paisagens antropogênicas (Bentos *et al.* 2008).

O presente trabalho sugere que as variáveis ambientais abordadas explicaram uma porção relativamente pequena da variação fenológica observada, e que o sentido da resposta fenológica da comunidade varia ao longo do gradiente de antropização. Esta constatação favorece o argumento de Borchert (1998) de que os mecanismos adaptativos de árvores tropicais deveriam se refletir em fracas associações da fenologia com o clima, tornando difícil prever suas respostas perante mudanças ambientais. As correlações entre as áreas evidenciam que comunidades separadas por distâncias geográficas relativamente pequenas podem apresentar comportamentos fenológicos distintos, aparentemente não tem relação entre a composição florística e a relação fenológica.

## 5. Referências bibliográficas

ADLER, G.H. & KIEPINSKI, K.A. 2000. Reproductive phenology of a tropical canopy tree, *Spondias mombin*. *Biotropica* 32:686-692.

- ADLER, G.H. & LAMBERT, T.D. 2008. Spatial and temporal variation in the fruiting phenology of palms in isolated stands. *Plant Species Biology* 23:9-17.
- AIDE, T.M. & ANGULO SANDOVAL, P. 1997. The effect of dry season irrigation on leaf phenology and the implications for herbivory in a tropical understory community. *Caribbean Journal of Science* 33:142-149.
- ALENCAR, J.C.; ALMEIDA, R.A. & FERNANDES, N.P. 1979. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. *Acta Amazonica* 9(1):163-198.
- ALENCAR, J.C. 1988. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* Hayne Leguminosae, na Amazônia Central. IV. Interpretação de dados fenológicos em relação a elementos climáticos. *Acta Amazonica* 18(3/ 4):199-209.
- ALENCAR, J.C. 1991. Estudos fenológicos de espécies florestais arbóreas e de palmeiras nativas da Amazônia. *In Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia: Fatos e Perspectivas* (A. L. Val, R. Figliuolo, E. Feldberg, eds.). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, p. 215-220.
- ALENCAR, J.C. 1994. Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de Sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na Reserva Ducke, Manaus, AM. *Acta Amazonica* 24(3/4):161-182.
- ANDERSON, D.P., NORDHEIM, E.V., MOERMOND, T.C., BI, Z.B.G. & BOESCH, C. 2005. Factors influencing tree phenology in Taï National Park, Côte d'Ivoire. *Biotropica* 37(4):631-640.
- ARAÚJO, V.C. 1970. Fenologia de essências florestais amazônicas. *Boletim do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia* 4:1-25.

- BENCKE, C.S.C. & MORELLATO, L.P.C. 2002. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 25(2):237-248.
- BENTOS, T.V. MESQUITA, R.C.G. & WILLIAMSON, G.B.. 2008. Reproductive Phenology of Central Amazon Pioneer Trees. *Tropical Conservation Science* 1(3):186-203.
- BONACCORSO, F.J., GLANZ, W.E. & SANDFORT, C.M. 1980. Feeding assemblages of mammals at fruiting *Dipteryx panamensis* (Papilionaceae) trees in Panama: seed predation dispersal and parasitism. *Revista de Biologia Tropical* 28(1):61-72.
- BORCHERT., R. 1998. Responses of tropical trees to rainfall seasonality and its longterm changes. *Climatic Change* 39:381-393.
- BORCHERT, R., MEYER, S.A., FELGER, R.S. & PORTER-BOLLAND, L. 2004. Environmental control of flowering periodicity in Costa Rican and Mexican tropical dry forests. *Global Ecology and Biogeography* 13:409-425.
- BREARLEY, F.Q., PROCTOR, J., SURIANTATA, NAGY, L., DALRYMPLE, G. & VOYSEY, B.C. 2007. Reproductive phenology over a 10-year period in a lowland evergreen rain forest of central Borneo. *Journal of Ecology* 95: 828-839.
- BULLOCK, S.H. & SOLIS-MAGALLANES, J.A. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica* 22:22-35.
- CALVI, G.P. & PIÑA-RODRIGUES F.C.M. 2005. Fenologia e produção de sementes de *Euterpe edulis* - Mart em trecho de floresta de altitude no município de Miguel Pereira-RJ. *Revista da Universidade Rural* 25(1):33-40.
- CANDY, S.G. 1997. Poisson vs. Normal-errors regression in MacNally (1996). *Australian Journal of Ecology* 22:233-235.

- CARDOSO, G.L. 2010. Estudos florísticos e fenológicos em áreas de florestas de terra firme em diferentes estádios de conservação na Amazônia Central. Tese de doutorado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus. (INEDIT)
- CARVALHO, J.O.P. 1980. Fenologia de espécies florestais de potencial econômico que ocorrem na floresta do Tapajós. Boletim de Pesquisa da EMBRAPA 20:1-15.
- CHAPMAN, C.A., CHAPMAN, L.J., STRUHSAKER, T.T., ZANNE, A.E., CLARK, C.J. & POULSEN, J.R. 2005. A long-term evaluation of fruiting phenology: importance of climate change. *Journal of Tropical Ecology* 21:31-45.
- DALE, M.R.T., FORTIN, M.J. 2009. Spatial autocorrelation and statistical tests: some solutions. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* 14(2):188-206.
- DAUBENMIRE, B. 1972. Phenology and others characteristics of tropical semideciduous forest in North-Western Costa Rica. *Journal of Ecology* 60:147-170.
- DRAY, S. 2010. Spacemaker: spatial modelling. R package version 0.0-4/r78.
- ELZINGA, J.A., ATLAN, A., BIERE, A., GIGORD, L., WEIS, A.E. & BERNASCONI, G. 2007. Time after time: flowering phenology and biotic interactions. *TRENDS in Ecology and Evolution* 22(8): 432-439.
- FITTER, A.H. & FITTER, R.S.R. 2002. Rapid Changes in Flowering Time in British Plants *Science* 296(5573): 1689-1691.
- FOSTER, R.B. 1982. The seasonal rhythm of fruitfall on Barro Colorado Island. *In*: The ecology of a tropical forest: seasonal rhythms and long-term changes (E. LEIGHT JR., A. S. RAND & D. WINDSOR, Eds.). Smithsonian Institutional Press, Washington, p.151-172.
- FOX, J. 2009. Car: companion to applied regression. R package version 1 2-14.

- FRANKIE, G. W., BAKER, H.G. & OPLER, P.A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical lowland wet and dry sites of Costa Rica. *Journal of Ecology* 62:881-913.
- GRAHAM, M.H. 2003. Confronting multicollinearity in ecological multiple regression. *Ecology* 84(11): 2809-2815.
- GRIBEL, R.; GIBBS, P.E.; QUEIRÓZ, A.L. 1999. Flowering phenology and pollination biology of *Ceiba pentandra* (Bombacaceae) in Central Amazonia. *Journal of Tropical Ecology* 15:247-26
- GRIFFITH, D. A. & PERES-NETO, P. R. 2006. Spatial modeling in ecology: the flexibility of eigenfunction spatial analyses. *Ecology* 87(10): 2603-2613.
- GUISAN, A., EDWARDS, T.C.Jr. & HASTIE, T. 2002. Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecological Modelling* 157:89-100.
- HAMANN, A. 2004. Flowering and fruiting phenology of a Philippine submontane rain forest: climatic factors as proximate and ultimate causes. *Journal of Ecology* 92: 24-31.
- HAUGAASEN, T. & PERES, C.A. 2005. Tree phenology in adjacent Amazonian flooded and unflooded forests. *Biotropica* 37:620-630.
- HILTY, S.L. 1980. Flowering and fruiting periodicity in a pre-montane rain forest in Pacific Colombia. *Biotropica* 12:292-306.
- HUETE, A. R., DIDAN, K., SHIMABUKURO, Y. E., RATANA, P., SALESKA, S.R., HUTYRA, L.R., YANG, W., NEMANI, R.R., MYNENI, R. 2006. Amazon rainforests green-up with sunlight in dry season. *Geophysical Research Letters* 33:1-4.

- JANZEN, D. H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution* 21:620-637.
- KINNAIRD, M.F. 1992. Phenology of Flowering and fruiting of an east African riverine forest ecosystem. *Biotropica* 24:187-194.
- KOPTUR, S., HABER, W.A., FRANKIE, G.W. & BAKER, H.G. 1988. Phenological studies of shrub and treelet species in tropical cloud forests of Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology* 4:323-346.
- KRISHNAN, R.M. 2002. Reproductive phenology of a wet forest understorey in the Western Ghats, South India. *Global Ecology and Biogeography* 11(2):179-182.
- LAURANCE, W.F.; DELAMÔNICA, P.; LAURENCE, S.G.; VASCONCELOS, H.L. & LOVEJOY, T.E. 2000. Rainforest fragmentation kills big trees. *Nature* 404:836.
- LAURANCE, W.F., MERONA, J.M.R., ANDRADE, A., LAURANCE, S.G., D'ANGELO, S., LOVEJOY, T.E. & VASCONCELOS, H.L. 2003. Rain-forest fragmentation and the phenology of Amazonian tree communities. *Journal of Tropical Ecology* 19:343-347.
- LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. 1998. *Numerical ecology*. Elsevier, Amsterdam.
- LIEBERMAN, D. 1982. Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. *Journal of Ecology* 70:791-806.
- LIMA JUNIOR, M.J.V. 1992. Fenologia de cinco espécies de Lecythidaceae da Reserva Florestal Ducke, Manaus-AM. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

- LIMA, N.A.S. & VIEIRA, M.F. 2006. Fenologia de floração e sistema reprodutivo de três espécies de *Ruellia* (Acanthaceae) em fragmento florestal de Viçosa, Sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Botânica* 29(4):681-687.
- LONGMAN, K.A. & JENIK, J. 1974. Tropical Forest and its environment. Tropical Ecology Series, London.
- LONGMAN, K. A. & JENIK, J. 1987. Tropical Forest and its environment. Longman. Scientific & Technical, Nova York.
- LUO, Z.K., SUN, O.J., GE, Q.S., XU, W.T., ZHENG, J.Y., 2007. Phenological responses of plants to climate change in an urban environment. *Ecological Research* 22:507-514.
- MACNALLY, R. 2000. Regression and model-building in conservation biology, biogeography and ecology: the distinction between - and reconciliation of - "predictive" and "explanatory" models. *Biodiversity and Conservation* 9:655-671.
- MACNALLY, R. 2002. Multiple regression and inference in ecology and conservation biology: further comments on identifying important predictor variables. *Biodiversity and Conservation* 11:1397-1401.
- MAGNUSSON, W. & MOURÃO, G. 2005. Estatística sem matemática: a ligação entre as questões e a análise. Planta, Londrina.
- MANTOVANI, A. & MORELLATO, L.P.C. 2000 Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmitero *Euterpe edulis* (Arecaceae). *Sellowia* 49 (49/52): 23-38.
- MANTOVANI, A., MORELLATO, L.P.C. & REIS M.S. 2004. Fenologia reprodutiva e produção de sementes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. *Revista Brasileira de Botânica* 27(4):787-796.

- MARQUES FILHO, A.O., RIBEIRO, M.N.G., SANTOS, H.M. & SANTOS, J. M. 1981. Estudos climatológicos da Reserva Florestal Ducke – Manaus – AM. IV. Precipitação. *Acta Amazonica* 11:759-768.
- MARTIN-GAJARDO, I.S. & L.P.C. MORELLATO. 2003. Fenologia de espécies Rubiaceae do sub-bosque em floresta Atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 26(3): 299-309.
- MAUÉS, M.M. 2002. Reproductive phenology and pollination of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., Lecythidaceae) in Eastern Amazonia. *In* Pollinating Bees – The Conservation Link Between Agriculture and Nature (P. Kevan & V.L. Imperatriz Fonseca, eds.). Ministry of Environment, Brasilia, p.245-254.
- MENZEL, A. 2002. Phenology: its importance to the global change community. *Climatic Change* 54: 379-385.
- MORELLATO, L.P.C. 1995. As estações do ano na floresta. *In* Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana (P.C. Morellato & H.F. Leitão-Filho, eds.). Editora da Unicamp, Campinas, p.37-41.
- MUNIZ, F.H. 1996. Floração e frutificação das árvores da Reserva Florestal do Sacavém em São Luís-MA. *Pesquisa em Foco* 4(4):46-61.
- MUNIZ, F.H. 2008. Padrões de floração e frutificação de árvores da Amazônia Maranhense. *Acta Amazonica* 38(4):617-626.
- MURRAY, K. & CONNER, M.M. 2009. Methods to quantify variable importance: implications for the analysis of noisy ecological data. *Ecology* 90(2):348-355.
- NEIL, K. WU, J. 2006. Effects of urbanization on plant flowering phenology: a review. *Urban Ecosystems* 9:243-257.

- OLIVEIRA, A.N., AMARAL, I.L., RAMOS, M.B.P., NOBRE, A.D., COUTO, L.B. & SAHDO, R.M. 2008. Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta amazonica* 38(4): 627-642.
- OPLER, P.A., FRANKIE G.W. & BAKER, H.G.. 1980. Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 68: 167-188.
- PERES, C.A. 1994. Primate responses to phenological changes in an Amazonian terra firme forest. *Biotropica* 26:98-112.
- PERES-NETO, P.R. 2006. A unified strategy for estimating and controlling spatial, temporal and phylogenetic autocorrelation in ecological models. *Oecologia Brasiliensis* 10(1):105-119.
- PINTO, A.M., RIBEIRO, R.J., ALENCAR, J.C. & BARBOSA, A.P. 2005. Fenologia de *Simarouba amara* Aubl. na reserva florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM. *Acta Amazonica* 35(3):347-352.
- PINTO, A.M., MORELLATO, L.P.C., BARBOSA, A.P. 2008. Fenologia reprodutiva de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Fabaceae) em duas áreas de floresta na Amazônia Central. *Acta Amazonica* 38(4):643-650.
- RATHCKE, B. & LACEY E.P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Annual Review Ecology and Systematics* 16:179-214.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2009. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- REICH, P.B. 1995. Phenology of tropical forests: patterns, causes, and consequences. *Canadian Journal of Botany* 73(2):164-174.

- RIBEIRO, J.E.L.S., HOPKINS, M.J.G., VICENTINI, A., SOTHERS, C.A., COSTA, M.A.S., BRITO, J.M., SOUZA, M.A.D., MARTINS, L.H.P., LOHMANN, L.G., ASSUNÇÃO, P.A.C.L., PEREIRA, E.C.; SILVA, C.F.; MESQUITA, M.R. & PROCÓPIO, L.C. 1999. Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- SAKAI, S. 2001. Phenological diversity in tropical forests. *Population Ecology* 43:77-86.
- SCHULZE, E.D., BECK, E., & MÜLLER-HOHENSTEIN, K. 2002. *Plant Ecology*. Springer, Heidelberg.
- SEGURADO, P., ARAÚJO, M.B., & KUNIN, W.E. 2006. Consequences of spatial autocorrelation for niche-based models. *Journal of Applied Ecology* 43:433-444.
- SINGH, K.P. & KUSHWAHA, C.P. 2006. Diversity of flowering and fruiting phenology of trees in a tropical deciduous forest in India. *Annals of Botany* 97:265-276.
- SMYTHE, N. 1970. Relationships between fruiting seasons and seed dispersal methods in a neotropical forest. *The American Naturalist* 104:25-35.
- TALORA, D.C. & MORELLATO, L.P.C. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 23:13-26.
- TER STEEGE, H. & PERSAUD, C. A. 1991. The phenology of Guyanese timber Species - A compilation of a century of observations. *Vegetation* 95:177-198.
- THOMAS, S.C. 1996. Asymptotic height as a predictor of growth and allometric characteristics in Malaysian rain forest trees. *American Journal of Botany* 83: 556-566.

- TUTIN, C.E.G. & FERNANDEZ, M. 1993. Relationships between minimum temperature and fruit production in some tropical forest trees in Gabon. *Journal of Tropical Ecology* 9:241-248.
- VAN SCHAIK, C.P. 1986. Phenological changes in a Sumatran rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 2:327-347.
- VAN SCHAIK, C.P., TERBORGH, J.W. & WRIGHT J.1993. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review Ecology and Systematics* (24):353-377.
- VASCONCELOS, S.F., ARAÚJO, F.S. & LOPES A.V. 2010. Phenology and dispersal modes of wood species in the Carrasco, a tropical deciduous shrubland in the Brazilian semiarid. *Biodiversity and Conservation* 19(8):2263-2289.
- WALSH, C.& MACNALLY, R. 2008. Hier.part: hierarchical partitioning. R package version 1. 0-3.
- WRIGHT, S.J. & VAN SCHAIK, C.P. 1994. Light and the phenology of tropical trees. *American Naturalist* 143:192-199.
- ZALAMEA, M. & GONZÁLEZ,G. 2008. Leaf fall phenology in a subtropical wet forest in Puerto Rico: from species to community patterns. *Biotropica* 40(3):295-304.
- ZUUR, A.F., IENO, E.N., WALKER, N.J., SAVELIEV, A.A., & SMITH, G.M. 2009. *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. Springer, New York.
- ZUUR, A.F., IENO, E.N. & ELPHICK, C. S. 2010. A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods in Ecology & Evolution* 1: 3-14.

### **Capítulo 3: Fenologia de dez espécies arbóreas em quatro áreas na Amazônia Central em diferentes estádios de conservação.**

#### **1. Introdução**

A fenologia refere-se ao comportamento dos eventos biológicos vegetativos e reprodutivos das plantas, tais como brotamento e queda foliar, formação de botões, flores e frutos e sua relação com mudanças no ambiente biótico e abiótico (Morellato *et al.* 1990). Os períodos de floração, frutificação e mudança foliar podem ocorrer de acordo com a distribuição de chuvas durante o ano, mas algumas espécies apresentam a expressão das fenofases de modo irregular, não havendo nenhuma relação aparente entre as manifestações fenológicas e as variáveis ambientais (Araujo, 1970, Pinto *et al.* 2005).

Modificações no ambiente que provoquem alterações no período de crescimento e no ciclo reprodutivo das plantas não alteram apenas o comportamento da comunidade vegetal, mas afetam também o crescimento e reprodução dos animais que dependem direta ou indiretamente dos recursos vegetais (Newstrom *et al.* 1994). Assim, os conhecimentos sobre as fenofases das espécies vegetais auxiliam em estudos sobre a disponibilidade de recursos florestais, possibilitando a previsão do período reprodutivo das espécies, o que faz a fenologia fundamental para a ecologia, o manejo florestal e a silvicultura (Lieth 1974). A fenologia também se torna muito importante diante do rápido avanço da degradação da cobertura vegetal da Terra e, conseqüentemente, das ameaças de extinção da diversidade biológica (Araújo 1970, Alencar *et al.* 1979).

A distribuição dos estudos fenológicos na América do Sul é muito desigual entre as diferentes formações vegetacionais e formas de vida. As florestais tropicais pluviais são as mais estudadas, seguidas pelas formações estacionais, as florestas secas e os cerrados (Morellato 2003). Além disto, estudos sobre fenologia da flora tropical têm sido imprecisos e confusos, em parte por que existem relativamente poucos e em parte pela falta de padronização dos termos e métodos adotados tanto para a coleta como para a análise dos dados (Frankie *et al.* 1974, Newstrom *et al.* 1994)

Muitos eventos fenológicos, especialmente os reprodutivos, ocorrem com frequência supra-anual e sua detecção depende de estudos de longa duração (Newstrom *et al.* 1994 a, b). Pinto *et al.* (2008) destacam que estudos fenológicos de longo prazo em florestas tropicais são considerados raros e sugere a realização de mais estudos de longa duração, com o intuito de melhorar a precisão das análises dos resultados e o estabelecimento dos períodos das fenofases. Nessa perspectiva, este estudo teve como objetivos: observar os padrões fenológicos de dez espécies em quatro áreas, avaliar a regularidade da floração e frutificação num período de seis anos e por último averiguar se quatro espécies comuns entre as áreas apresentam comportamentos fenológicos similares.

## **2. Material e métodos**

### **2.1. Área de estudo**

O estudo foi realizado em 3 áreas na cidade de Manaus (figura 1). A temperatura média na região é de 26 °C e a precipitação média anual é de 2362 mm. Uma estação relativamente chuvosa ocorre de novembro a maio, com uma reduzida estação relativamente seca entre junho e outubro, sendo março e abril os meses com maior precipitação (Marques Filho *et al.* 1981). As áreas são descritas a seguir:

Área 1: Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD - 02° 55'S, 59° 59'W – figura 1), localizada no km 26 da rodovia AM – 010, pertence ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Esta área (de 10.000 hectares) é composta por floresta primária, classificada como tropical úmida de terra-firme, com dossel bastante fechado e sub-bosque com pouca luminosidade (Ribeiro *et al.* 1999). No período da criação da reserva (1963) toda a extensão da RFAD era praticamente intocada e cercada por floresta contínua de características similares. No ano 2000, a expansão urbana (da cidade) de Manaus havia chegado aos limites da Reserva Ducke. Atualmente, bairros populares fazem contato com a sua borda sul, e a floresta no entorno das bordas leste, norte e, especialmente, oeste, se encontra fragmentada e degradada. Desde então, a Reserva Ducke vem sofrendo um processo de transformação em um grande parque urbano (Oliveira *et al.* 2008). Mas

mesmo assim é a área mais preservada, onde a vegetação apresenta características de floresta clímax.

Área 2: Campus da Universidade Federal do Amazonas - UFAM (figura 1). Com aproximadamente 800 hectares sendo 600 hectares destes pertencentes à UFAM (03°04' 34"S, 59° 57'30"W). Esta área foi dividida em duas subáreas:

- "Acariquara", situada ao norte do Campus da UFAM (03°04'S, 59°57'W – figura 1) Esta área fica próxima ao Conjunto Acariquara e se encontra sob intervenção antrópica leve a moderada (extrativismo e caça).

- "Coroado", situada ao sul do Campus da UFAM ( 3° 09' S, 59° 97' W - figura 1). A área fica próxima ao bairro do Coroado I, apresentando uma vegetação de capoeira (M. Gordo, comunicação pessoal), isto é, uma floresta em regeneração recente e sob influência antropogênica moderada (extrativismo, caça, deposição de resíduos).

Área 3: Clube dos trabalhadores do Serviço Social da Indústria (SESI – 3° 04' S , 59° 57' W- figura 1), situada em um fragmento florestal com aproximadamente 65 ha e vegetação bastante alterada, com várias clareiras e sob forte pressão antrópica (extrativismo, caça, resíduos domésticos e hospitalares, corte de madeira, desabrigados).

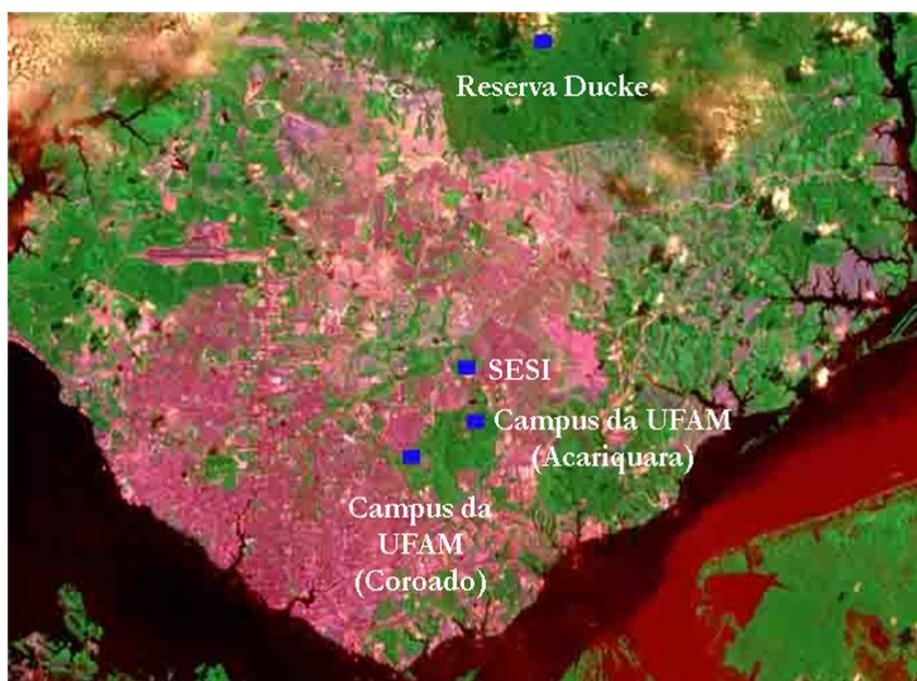


Figura 1. Imagem de satélite da cidade de Manaus, destacando as áreas de estudo. Fonte: LANDSAT, 2001

## 2.2. Desenho amostral

Em cada área, foram estabelecidos quatro transectos de 250 x 10 metros (total de 1 ha) com espaçamento de 100 m. Dentro deles foram realizados inventários florísticos para caracterização da vegetação. Entre todos os indivíduos marcados no levantamento florístico, os indivíduos com DAP (diâmetro à altura do peito = 1,30 m) igual ou superior a 5 cm, 10 espécies (tabela 1) foram escolhidas aleatoriamente como representantes de algumas famílias e monitorados quinzenalmente de janeiro de 2003 a dezembro de 2008, para registro das fenofases através de observação cuidadosa da copa com auxílio de binóculos. Estes dados foram posteriormente agrupados em observações mensais para facilitar as análises.

Tabela 1. Lista das espécies estudadas e respectivas famílias com número de indivíduos amostrados em cada área.

FAMILIA	Número de Indivíduos			
	SESI	Coroado	Acariquara	Reserva Adolpho Ducke
Espécies				
ARECACEAE				
<i>Astrocaryum gynacanthum</i> Mart.	3	35	30	7
<i>Euterpe precatoria</i> Mart	30	3	-	12
<i>Syagrus inajai</i> (Spruce) Becc.	11	25	22	7
FABACEAE: MIMOSOIDEAE				
<i>Inga laurina</i> Wild	30	1	1	-
<i>Inga</i> sp	28	15	2	10
<i>Zygia racemosa</i> (Ducke) Barneby & J.W.Grimes		4	9	13
MORACEAE				
<i>Helicostylis scabra</i> (Macbr.) C.C.Berg	-	4	32	4
<i>Helicostylis tomentosa</i> (Planch. & Endl.) Rusby	-	2	23	3
RUBIACEAE				
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	-	1	19	2
<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.	-	31	-	-

### 2.3. Coleta de dados

Foram registradas as seguintes fenofases para cada indivíduo marcado, adaptadas de Alencar *et al.* (1979):

- 1- Floração: presença de botões florais no momento da observação, ou flores parciais ou totalmente abertas.
- 2- Frutificação: presença de frutos maduros ou não maduros.
- 3- Queda de folhas: presença de indivíduos com copa parcial reduzida ou totalmente desfolhada.
- 4- Emissão de folhas novas: presença parcial ou total de folhas novas, estas geralmente menores, mais tenras e mais claras ou avermelhadas que as demais.

### 2.3. Análise dos dados

Foi utilizada a classificação de Newstrom *et al.* (1994) para verificação dos padrões de frequência de floração e frutificação, sendo consideradas as quatro classes proposta: 1) contínua (floração com curtos períodos de intervalo em um ano), 2) subanual (floração com mais de um ciclo no ano), e 3) anual (um ciclo por ano), 4) supra-anual (um ciclo em mais de um ano).

Também foi utilizada a metodologia de Newstrom *et al.* (1994) para o critério duração, que se refere à amplitude de tempo (meses) em cada fenofase, sendo reconhecidas três classes: 1) curta – fenofase com duração de até um mês; 2) intermediária – fenofase com duração de 2 a 5 meses; e 3) longa – fenofase com duração de 6 meses ou mais. A duração da floração ou frutificação foi determinada com o período em que o primeiro indivíduo entrou na fenofase até o último que a deixou (Silberbauer-Gottsberger 2001).

O Índice de atividade (ou porcentagem de indivíduos) foi utilizado para estimar a sincronia da floração e frutificação (as fenofases: emissão de folhas novas e queda de folhas não foram utilizados nesta análise, pois em todas as espécies o número de indivíduos apresentando uma desta fenofase foi inferior a 10%) indicando a proporção de indivíduos amostrados que estão manifestando determinado evento fenológico. Os eventos foram também classificados quanto a

sua sincronia, de acordo com as seguintes categorias: <20% de indivíduos na fenofase = pouco sincrônico, 20-60% de indivíduos na fenofase = sincronia baixa: e >60% de indivíduos na fenofase = sincronia alta.

Para analisar o comportamento fenológico das 10 espécies arbóreas, os dados foram comparados combinando-se as quatro áreas. Algumas espécies ocorrem em mais de uma área no entanto apresentaram um número de indivíduos diferentes, outras são exclusivas de uma única área. Por isto, os resultados foram organizados em espécies comuns entre as áreas e espécies exclusivas considerando o número de indivíduos acima de dez espécimes para as comuns e as exclusivas. Isso permite averiguar se em áreas diferentes, a mesma espécie apresenta comportamento fenológico similar e se responde aos fatores climáticos semelhantes ao longo do tempo.

### **3. Resultados**

Durante os seis anos de estudo, a precipitação acumulada apresentou oscilações, sendo que os meses com menor precipitação acumulada foram junho, julho, agosto, setembro e outubro, caracterizando uma estação relativamente seca (figura 2). Os meses que apresentaram maior precipitação acumulada foram novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril e maio, caracterizando uma estação relativamente chuvosa (figura 2).

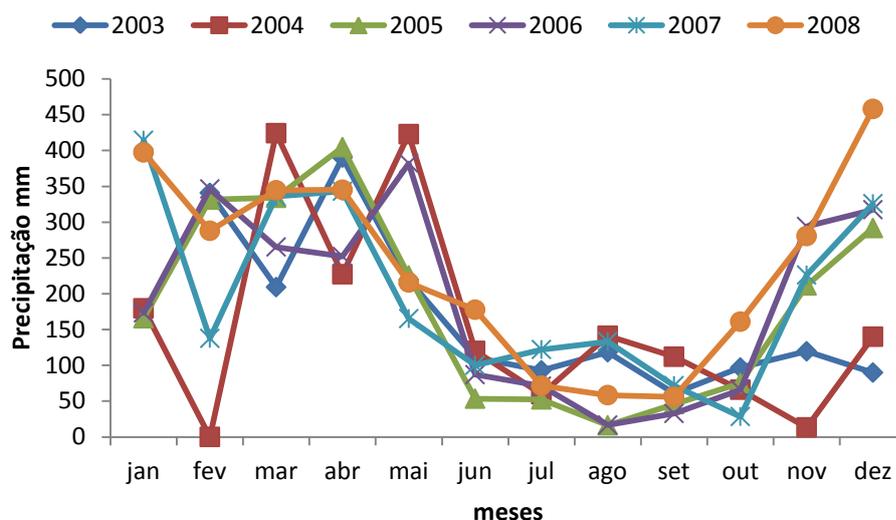


Figura 2. Precipitação acumulada durante o período de fevereiro de 2003 a dezembro de 2008, na cidade de Manaus.

### 3.1 Resultados referentes às espécies comuns entre as áreas

Acariquara x Coroado - *Astrocaryum gynacanthum* Mart. - Na área do Coroado, foram observados 35 indivíduos, e para o Acariquara, 30 indivíduos. O maior número de indivíduos na área do Coroado pode ser pelo fato de se tratar de uma área em processo de regeneração mais recente. *Astrocaryum gynacanthum* parece preferir ambientes mais abertos. No Acariquara, o número de indivíduos de *A. gynacanthum* em floração foi pequeno e com poucas variações ao longo dos anos, com duração de intermediária a longa entre os anos. O padrão de frequência entre 2003-2007 foi anual, com ausência de floração em 2008 (figura 3a). Dos 30 indivíduos marcados o maior pico ocorreu em agosto de 2004, com quatro indivíduos representando 13,79% da população estudada. O índice de atividade ao longo do período de estudo classifica a população como tendo baixa sincronia na floração (tabela 2). Ainda para esta espécie, no Coroado, o maior pico de floração ocorreu em dezembro de 2008. Picos menores foram observados durante a estação chuvosa, o ano de 2003 não apresentou floração. A duração foi classificada como intermediária. Para os padrões de frequência, os anos 2003-2005 foram classificados como anuais; ausência de floração em 2006; e subanual em 2007-2008 (tabela 2). O índice de atividade indicou assincronia (tabela 3).

O período de frutificação no Acariquara apresentou seus maiores picos durante a estação chuvosa, diminuindo durante a estação seca e voltando a aumentar na estação chuvosa (figura 3c). Esta mesma observação é válida para a área do Coroadó. No entanto, a concentração de indivíduos com frutos limita-se à estação chuvosa (Figura 3d.). A duração da frutificação na área do Acariquara variou de intermediária a longa, com padrão contínuo em 2003, subanual em 2004 e, em 2005-2008, anual com baixa sincronia. No Coroadó, a duração foi intermediária, com baixa sincronia e variações de frequência entre os anos: em 2003 e 2004, com padrão anual, ausente em 2006 e subanual em 2004, 2007 e 2008 (tabela 2).

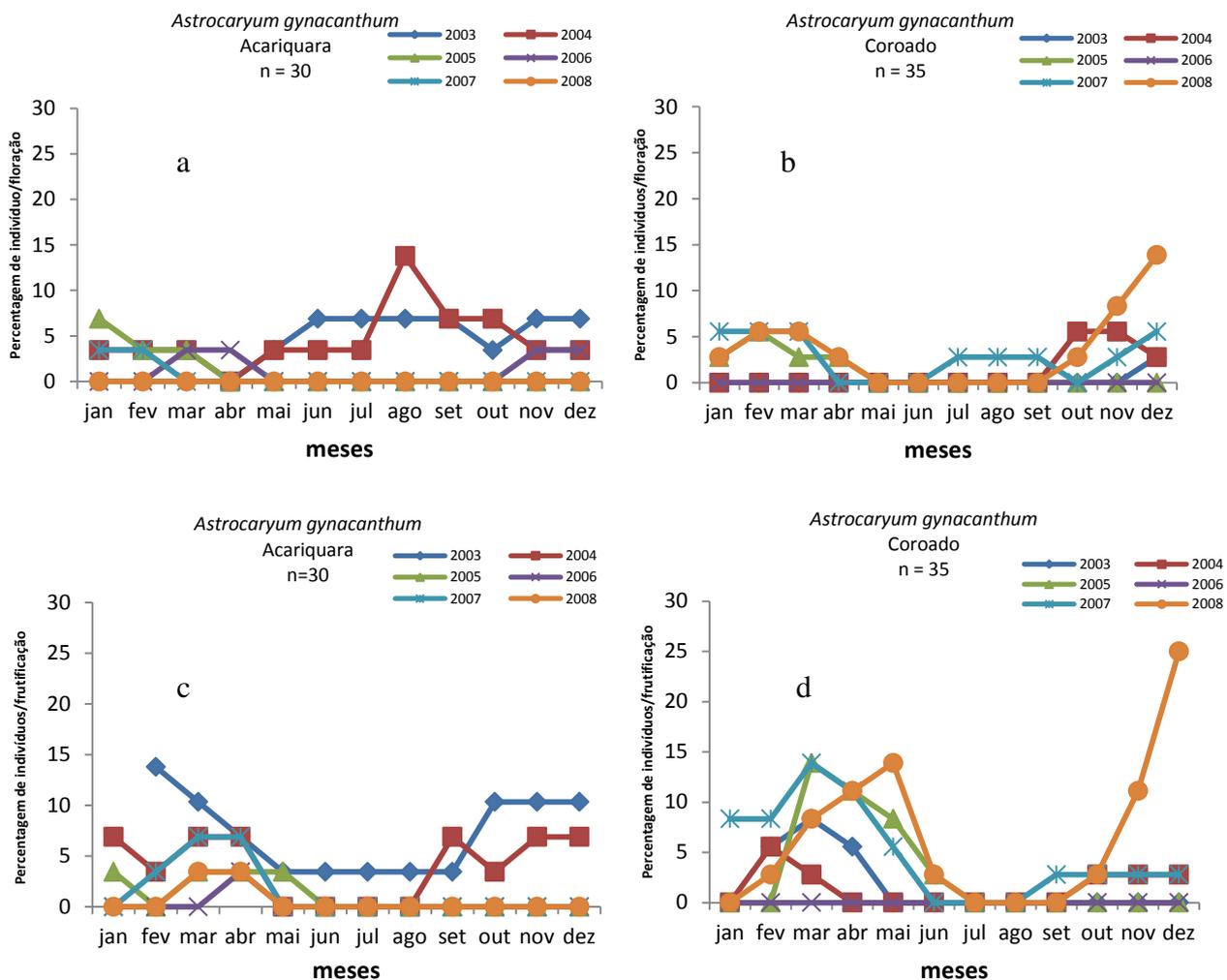


Figura 3. a, b, c, d: Floração e frutificação observadas para *Astrocarium gynacanthum* nas áreas 2 e 3 durante o período de 2003 a 2008.

Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD) x SESI – *Euterpe precatoria* Mart.-  
Na RFAD, a espécie apresentou um número pequeno de indivíduos em floração ao longo dos anos de estudo. O pico máximo foi de dois indivíduos, representando 16,6% da população, durante a estação chuvosa (figura 4a). Os padrões de frequência foram classificados como anual para 2003 e 2008 e subanual para 2004-2007 (tabela 2). A sincronia, tanto da floração quanto da frutificação, foi classificada como assincrônica (tabela 3). A frutificação ocorreu durante todo o ano, apresentando uma longa duração (figura 4c). O padrão de frequência variou de anual em 2003, subanual em 2005 a contínuo nos demais anos (tabela 2). No SESI, os maiores picos de floração foram observados durante a estação chuvosa, atingindo o maior pico em outubro de 2007, com 26,6% dos indivíduos florindo ao mesmo tempo. Os padrões de frequência também apresentaram variações: anual em 2003, contínuo em 2008 e subanual em 2004-2007. A frutificação teve longa duração em todos os anos, com exceção do ano de 2003, e apresentou maiores picos nos meses de abril, maio e julho de 2008 (figura 4d). A frequência da frutificação foi anual em 2003 e contínua entre 2004-2008. O índice de atividade para a população ao longo do período de estudo indicou baixa sincronia tanto para floração quanto para frutificação (tabela 2).

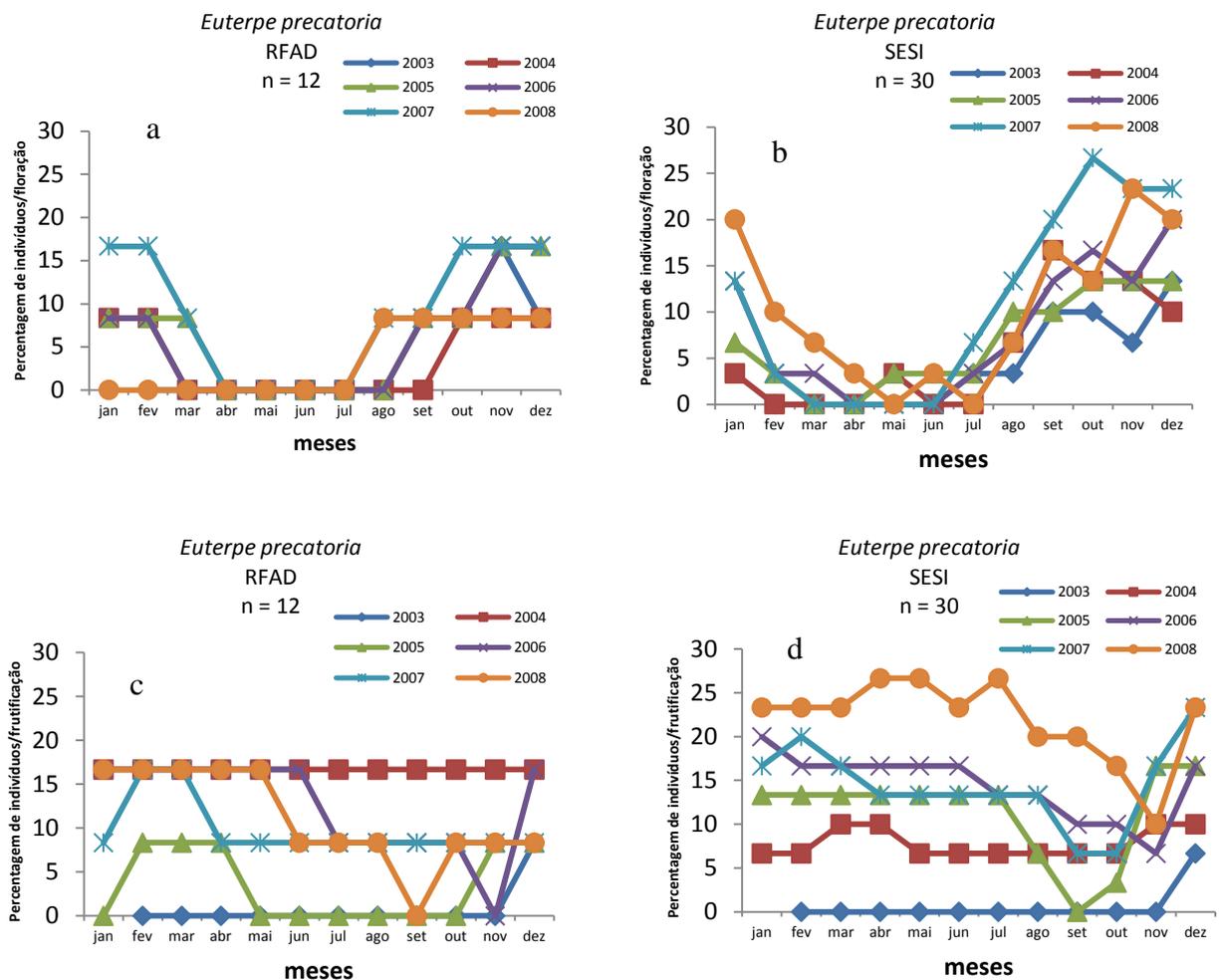


Figura 4. a, b, c, d: Floração e frutificação observadas para *Euterpe precatoria* nas áreas 1 e 4 durante o período de 2003 a 2008.

Acariquara x Coroadó x SESI – *Syagrus inajai* (Spruce) Becc. - A floração nas três áreas apresentou seus maiores picos na estação chuvosa; no Acariquara, 34,78% dos indivíduos estiveram com flores em abril de 2008. Em 2007, também foram observados picos próximos a esta percentagem no mesmo período. Quanto ao padrão de floração nos anos 2003-2005, obteve-se frequência anual, 2006-2007 subanual, e em 2008, padrão contínuo de floração com duração variando entre intermediária a longa (figura 5a). No Coroadó, 62,96% dos indivíduos apresentaram floração em maio de 2008. Os demais anos apresentaram picos significativos também nos intervalos da estação chuvosa, com duração longa e frequência

continua em todos os anos (figura 5b). No SESI, 50,0% dos indivíduos apresentaram floração em março de 2004 e abril e junho de 2008. Os demais anos apresentaram seus maiores picos nos diferentes meses da estação chuvosa, com duração entre intermediária a longa entre os anos, a frequência também apresentou variações: contínua em 2003, 2005 e 2008, anual em 2004 e 2007 e subanual em 2007 (figura 5c).

A frutificação de *S. inajai* na área do Acariquara apresentou seu maior pico em julho de 2007, durante a estação seca. No entanto, a concentração de indivíduos frutificando ocorre ao longo do ano de 2007, evidenciando uma longa duração para este ano e também o ano de 2008 (figura 5d). A frutificação na área do Coroadó apresentou picos elevados para todos os anos durante o fim da estação chuvosa e durante a estação seca. O maior percentual (51,85%) ocorreu em junho de 2007. Como na floração, a frutificação para esta área apresentou longa duração (figura 5e) e, diferentemente das duas outras áreas, apresentou alta sincronia na floração e frutificação (tabela 3). No SESI, o maior pico de frutificação ocorreu em janeiro de 2008 e de agosto a dezembro, com exceção de 2007, que apresentou duração intermediária. Em todos os outros anos, a duração foi longa e variando entre frequência anual – subanual - contínua (figura 5f).

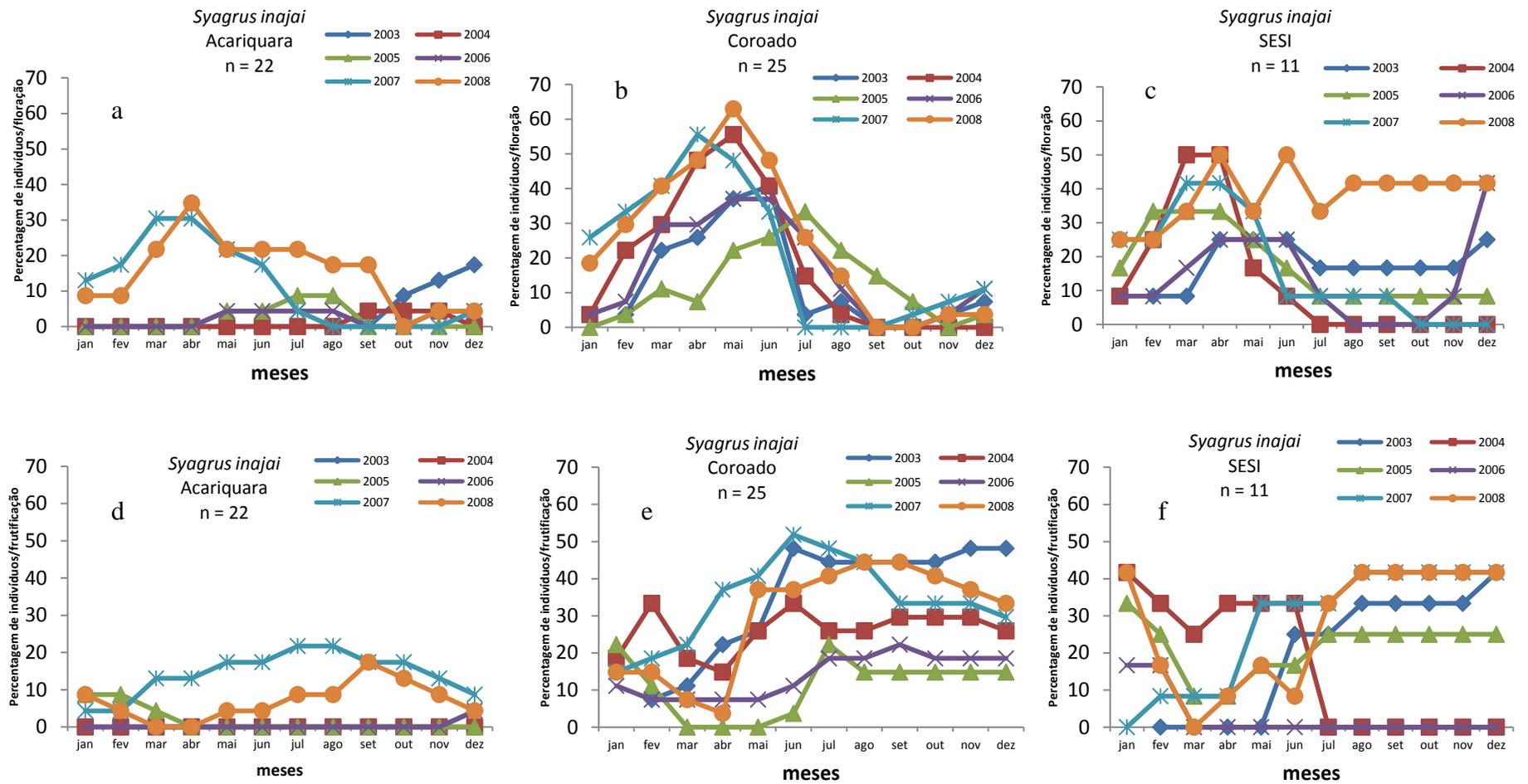


Figura 5. a, b, c, d, e, f: Floração e frutificação observadas para *Syragrus inajai* nas áreas 2; 3 e 4 durante o período de 2003 a 2008.

Reserva Florestal Adolpho Ducke x Coroado x SESI – *Inga* sp. - Na RFAD, esta espécie apresentou um pico de 18,8% dos indivíduos em floração em setembro de 2004 e nenhuma floração nos anos de 2007 e 2008, apresentando frequência anual de 2003 a 2005 e subanual em 2006, com duração intermediária em todos os anos (figura 6a). No Coroado, 50% dos indivíduos representaram o maior pico em setembro de 2003 e 2006. Em julho de 2004, 42,85% dos indivíduos apresentaram o maior pico para este ano. Durante todo o período do estudo, esta espécie apresentou indivíduos florindo no intervalo de maio-dezembro, fim da estação seca e início da estação chuvosa. As frequências apresentaram variações entre anual e subanual durante os anos, com duração curta em 2007, longa em 2004 e intermediária nos demais anos (figura 6b). No SESI, a floração de *Inga* sp. apresentou seu maior pico em agosto de 2007. Para os demais anos, os maiores picos também ocorreram no intervalo de junho-novembro (estação seca e início da chuvosa) de 2003-2005. A frequência da floração foi classificada como anual, com duração intermediária de 2006-2008, e frequência anual com duração longa (figura 6c).

A frutificação da espécie na RFAD apresentou seu maior pico entre outubro-dezembro de 2004, com um percentual de 18,8%. Em 2003, 2007 e 2008, não houve frutificação, e no intervalo de 2004-2006 a frutificação foi subanual e intermediária (figura 6d). No Coroado, o maior pico foi de 35,71% em janeiro de 2007, e novembro-dezembro de 2008, sendo bem evidente a tendência de frutificação na transição da estação seca para a estação chuvosa. Ela foi anual em 2003, 2007 e 2008, subanual em 2004-2006, com duração curta em 2007 e intermediária nos demais anos (figura 6e). No SESI, a espécie apresentou maior pico de frutificação em dezembro de 2008, e nos demais anos, os maiores picos também ocorreram no fim da estação seca e início da estação chuvosa. A frequência foi subanual, com exceção de 2004, quando ela foi anual, e com duração intermediária, exceto em 2003, quando foi curta (figura 6f).

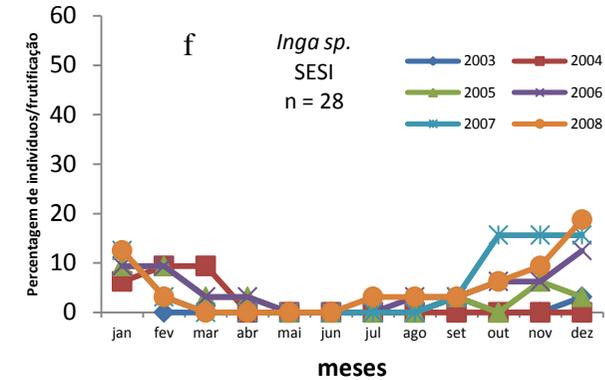
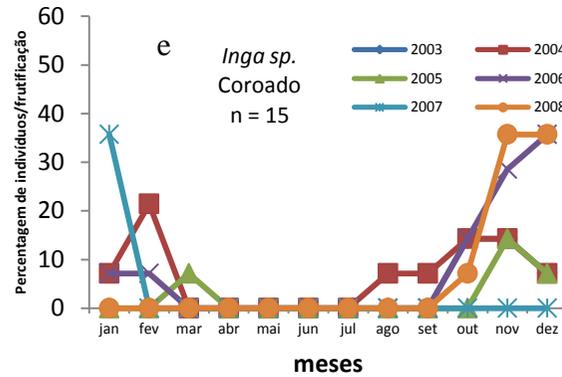
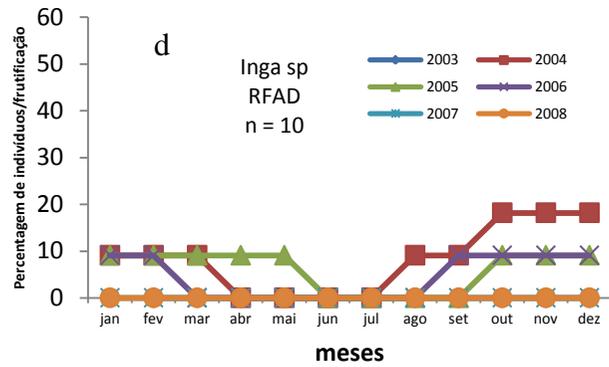
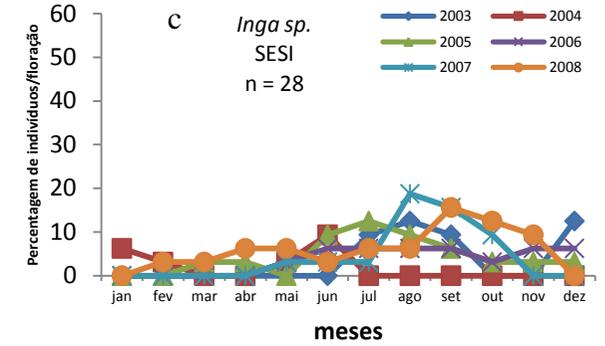
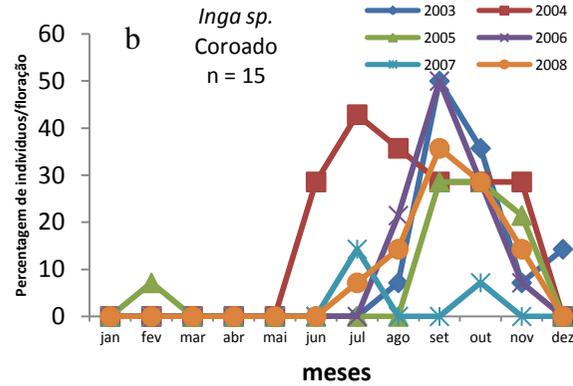
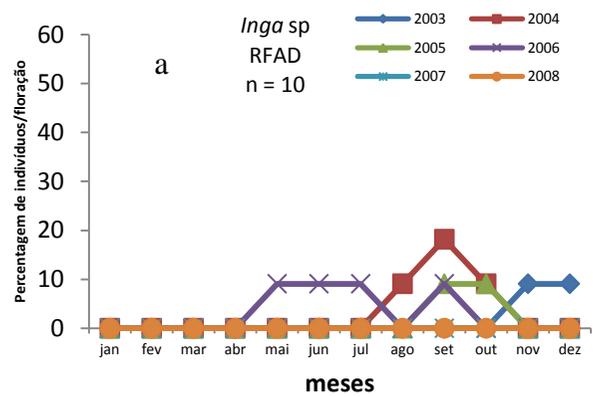


Figura 6. a, b, c, d, e, f: Floração e frutificação observadas para *Inga sp.* Nas áreas 1, 3 e 4 durante o período de 2003 a 2008.

## 3.2 Resultados referentes às espécies exclusivas

### 3.2.1 Reserva Ducke

*Zygia racemosa* (Ducke) Barneby & J.W.Grimes – Durante os seis anos de observação, a espécie apresentou floração subanual e intermediária em maio-julho e setembro de 2006, e anual e intermediária em novembro-dezembro de 2008 (figura 7a). No entanto, o percentual de indivíduos florindo foi de 7,14%, o que corresponde a um indivíduo, ratificando assincronia na floração e frutificação (tabela 3).

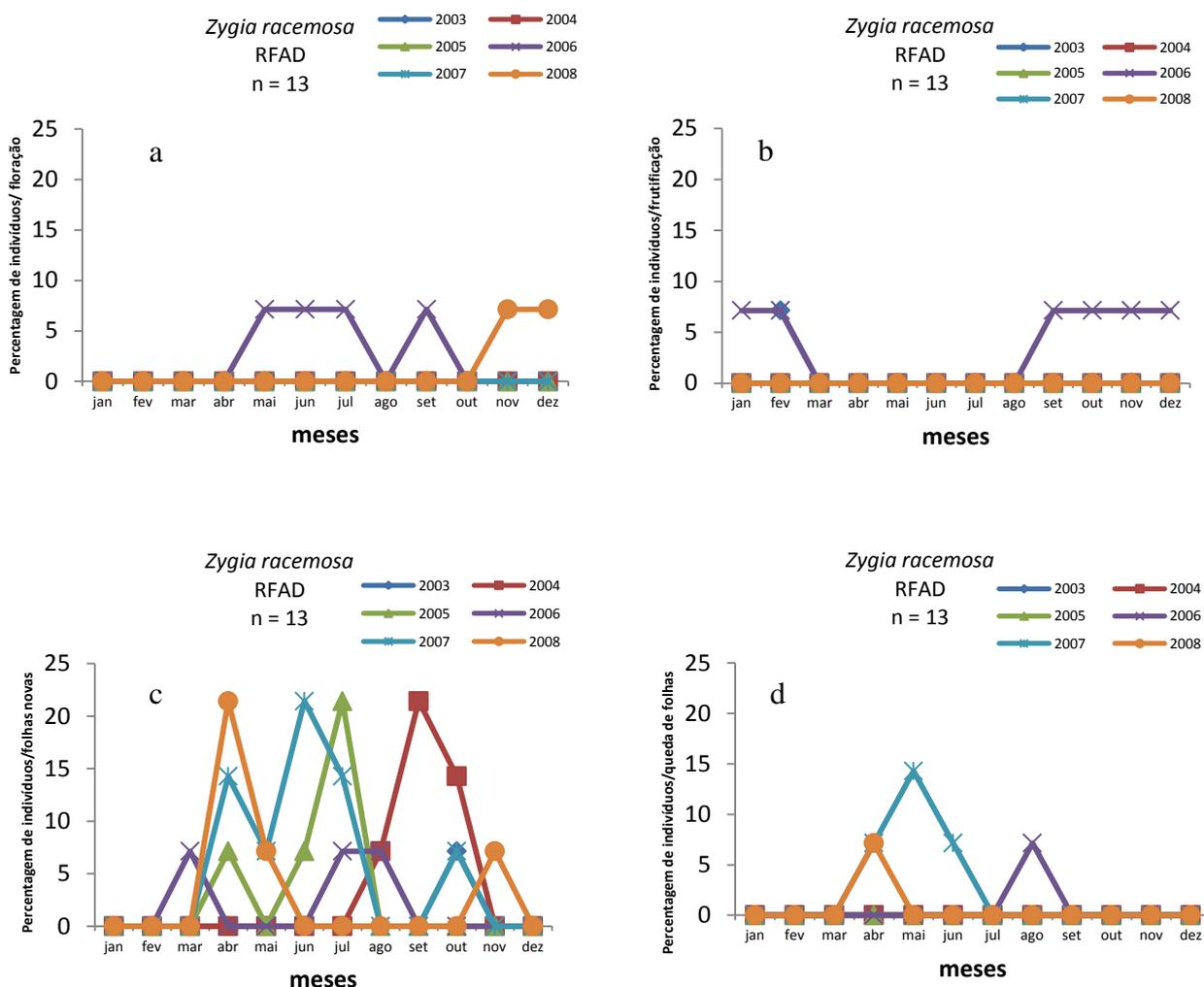


Figura 7. a, b, c e d: floração, frutificação, emissão de folhas e queda de folhas de *Zygia racemosa* na Área 1 (Reserva Florestal Adolpho Ducke) durante o período de 2003 a 2008.

A frutificação de *Zygia racemosa*, assim como no caso da floração, apresentou picos correspondentes a 7,14% dos indivíduos estudados, com frutificação subanual e intermediária nos intervalos janeiro-fevereiro e setembro-dezembro de 2006 e anual e curta em fevereiro de 2003 (figura 7b).

A emissão de folhas novas foi observada em *Z. racemosa* ao longo dos seis anos em diferentes momentos, durante a estação seca e início da estação chuvosa. Os maiores picos corresponderam a 21,42%, e ocorreram em setembro de 2004, junho de 2007 e abril de 2008, com frequência anual em 2003-2004 e subanual em 2005-2008, duração curta em 2003 e intermediária nos anos seguintes (figura 7c).

A fenofase queda de folhas em *Zygia racemosa* ocorreu como para a observação de folhas novas, durante o período de seca em um número pequeno de indivíduos. A fenofase esteve ausente entre 2003-2005, com frequência anual e duração curta-intermediária entre 2006-2008 (figura 7d).

### 3.2.2 Acariquara

Em *Helicostylis scabra* (Macbr.) C.C. Berg, a floração apresentou picos expressivos em novembro e dezembro de 2005 e janeiro de 2007, com 32,25% da população florindo, durante a estação chuvosa, embora tenha sido observado floração durante todo ano na maioria dos anos em estudo. Em 2008, a frequência foi inicialmente anual e contínua a partir de julho. Para os demais anos, a floração foi classificada como subanual e intermediária (figura 8a), com baixa sincronia (tabela 3).

A frutificação de *H. scabra* teve seus maiores picos durante a estação chuvosa; já estação seca não atingiu 10%. Em 2003-2005 e 2008, a frutificação apresentou um padrão anual e intermediário, em 2006, anual e longo e, em 2007, anual e intermediário (figura 8b). Como na floração, a frutificação apresentou baixa sincronia (tabela 3).

Analisando a figura 8c, observa-se que a espécie apresentou picos de emissão de folhas novas ao longo de todo ano. Os maiores picos ocorreram em dezembro de 2004 e janeiro de 2005, durante a estação chuvosa. Os demais anos, incluindo 2004 e 2005, tiveram picos menores durante a estação seca entre abril-

outubro e novembro, havendo oscilações, mas sempre apresentando a fenofase nestes períodos. Em relação a esta fenofase, a espécie foi anual em 2003 e 2006, subanual nos demais anos, com duração intermediária.

A perda de folhas foi praticamente ausente para esta espécie (figura 8d) .

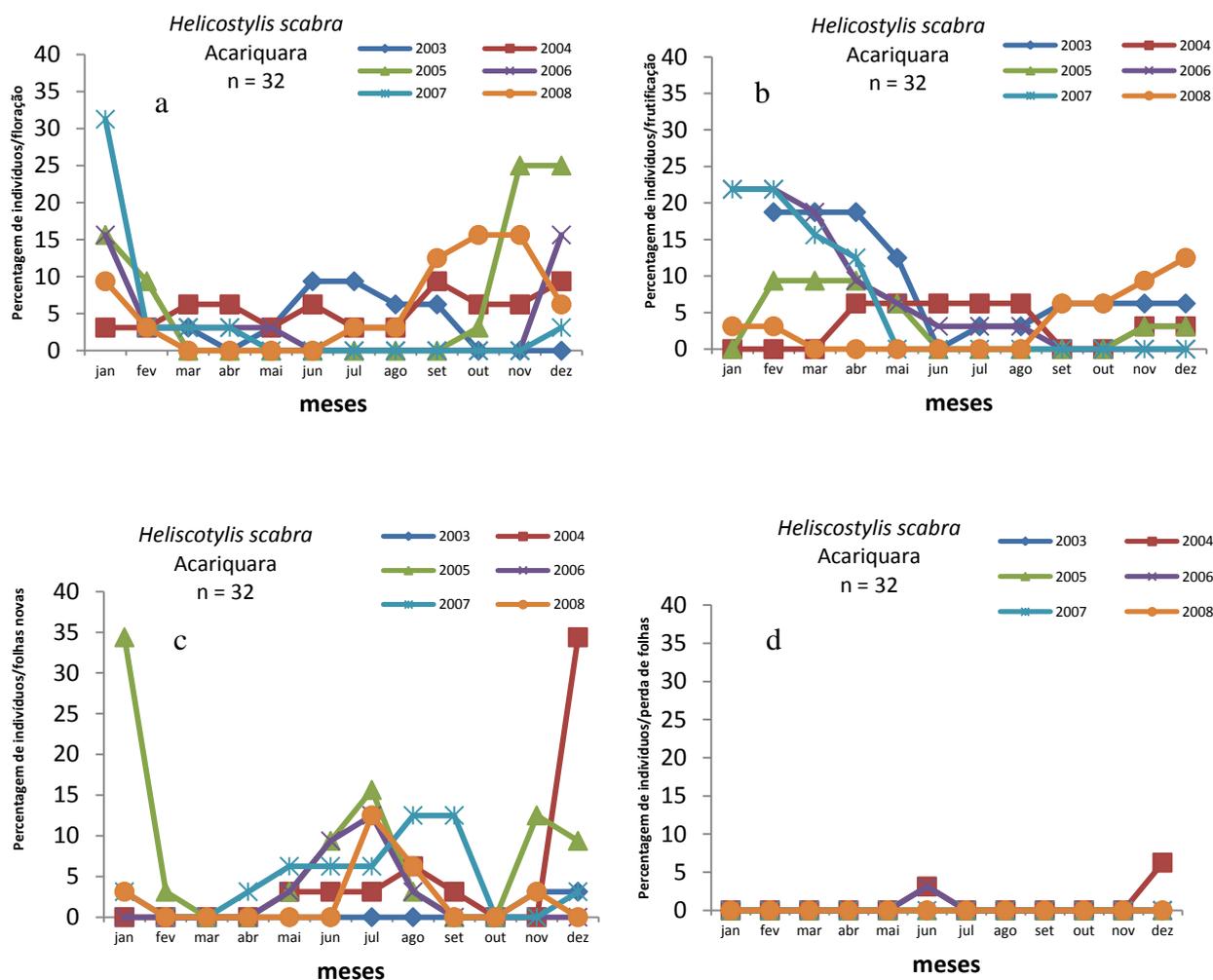


Figura 8. a, b, c e d – floração, frutificação, emissão de folhas novas e queda de folhas de *Helicostylis scabra* na Área 2 (Acariquara) durante o período de 2003 a 2008.

Para *Helicostylis tomentosa* (Planch. & Endl.) Rusby, o período com maior número de indivíduos em floração ocorreu durante os meses fevereiro e novembro de 2005 (estação chuvosa), julho de 2005 e junho e agosto de 2007, que

correspondem à estação seca. Porém, houve indivíduos em floração durante todo o ano, com duração entre intermediária e longa (figura 9a).

O pico de número de indivíduos em fase de frutificação ocorreu no mês de fevereiro de 2007 (26,08%). Os demais anos apresentaram seus maiores picos também na estação chuvosa, porém com valores mais próximos dos que ocorrem na estação seca (figura 9b).

*Helicostylis tomentosa* apresentou picos de folhas novas ao longo do ano em todos os anos, com duração intermediária (dois a cinco meses). Os maiores picos foram observados em fevereiro e julho de 2005, e junho e agosto de 2007 (figura 9c). A fenofase perda de folha, como em *H. scabra*, foi praticamente nula ao longo dos anos (figura 9d).

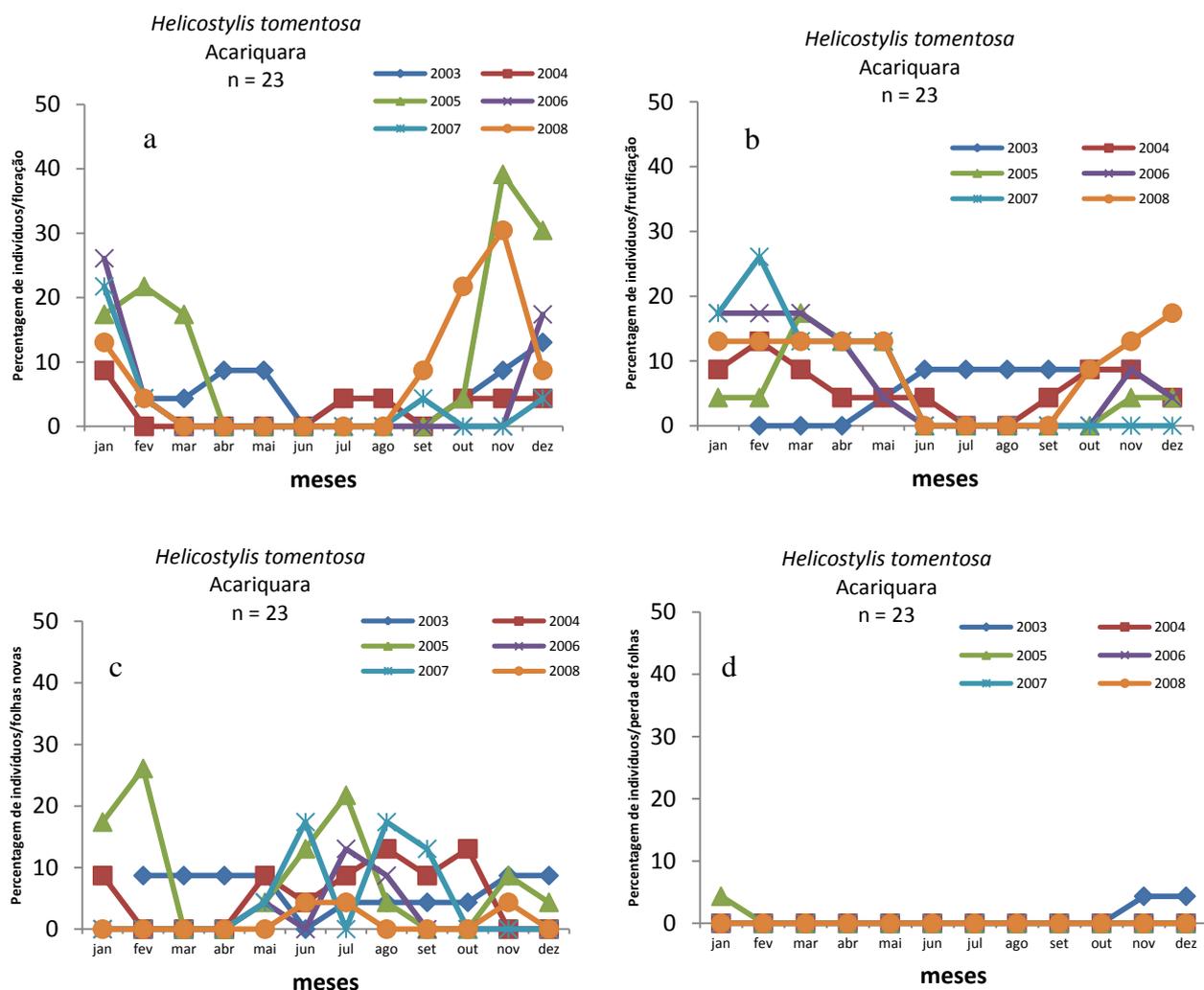


Figura 9. a, b, c e d: floração, frutificação, emissão de folhas novas e queda de folhas de *Helicostylis tomentosa* na Área 2 (Acariquara) durante o período de 2003 a 2008.

*Amaioua guianensis* Aubl. teve 16,6% da população em floração em março de 2005, em novembro-dezembro de 2006 e em janeiro-fevereiro de 2007 (estação chuvosa). Nos demais anos, os picos também ocorreram na estação chuvosa e na transição da estação chuvosa para a estação seca (figura 10a). Os maiores picos de frutificação ocorreram na estação chuvosa em março e maio de 2005, março-abril de 2007, quando 27,7% dos indivíduos frutificaram ao mesmo tempo. Nos demais anos, houve frutificação com picos menores ao longo do ano, com duração intermediária a longa (figura 10b).

*Amaioua guianensis* apresentou seus maiores picos de folhas novas em fevereiro e novembro de 2005, maio e dezembro de 2006 e maio de 2007, com duração intermediária a longa, variando entre 3 a 8 meses entre os anos (figura 10c). Durante o período de estudo, o número de indivíduos perdendo folhas variou de zero a um, representando 5,5% da população (figura 10d).

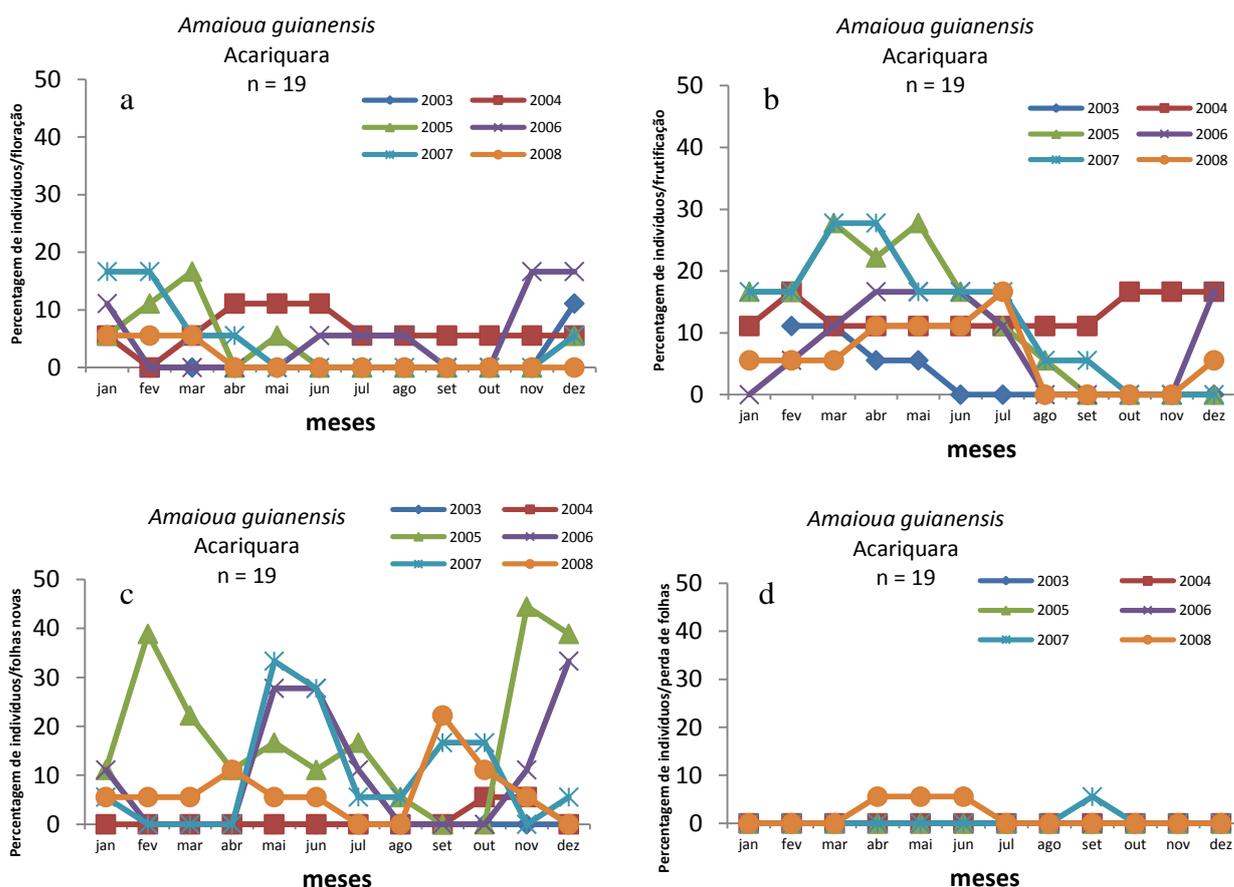


Figura 10. a, b, c e d : floração, frutificação, emissão de folhas novas e queda de folhas de *Amaioua guianensis* na Área 2 (Acariquara) durante o período de 2003 a 2008.

### 3.2.3 Coroado

*Palicourea guinanensis* Aubl. apresentou seus maiores picos de floração na estação chuvosa; 12,5% dos indivíduos apresentaram floração em novembro de 2004, dezembro de 2005 e janeiro de 2006, com padrão de floração subanual e duração alternando entre intermediária e longa (figura 11a). A frutificação também ocorreu na estação chuvosa, concentrando os maiores picos nos meses iniciais (figura 11b). Tanto a floração quanto a frutificação apresentaram duração de intermediária a longa, com assincronia (tabela 2). Observa-se que, apesar de um número pequeno de indivíduos apresentarem as fenofases reprodutivas ao mesmo tempo, a duração ao longo do ano manteve a disponibilidade destes recursos na área de estudo.

A emissão de folhas novas (figura 11c) concentrou-se em 21,8% ds indivíduos em outubro de 2004. Para os outros anos, os maiores picos também ocorreram na estação chuvosa, com frequência anual e subanual, duração curta em 2003 e intermediária nos anos subsequentes. A perda de folhas ocorreu em 15,6% da população em dezembro de 2008. Nos anos anteriores, esta fenofase não foi observada (figura 11d).

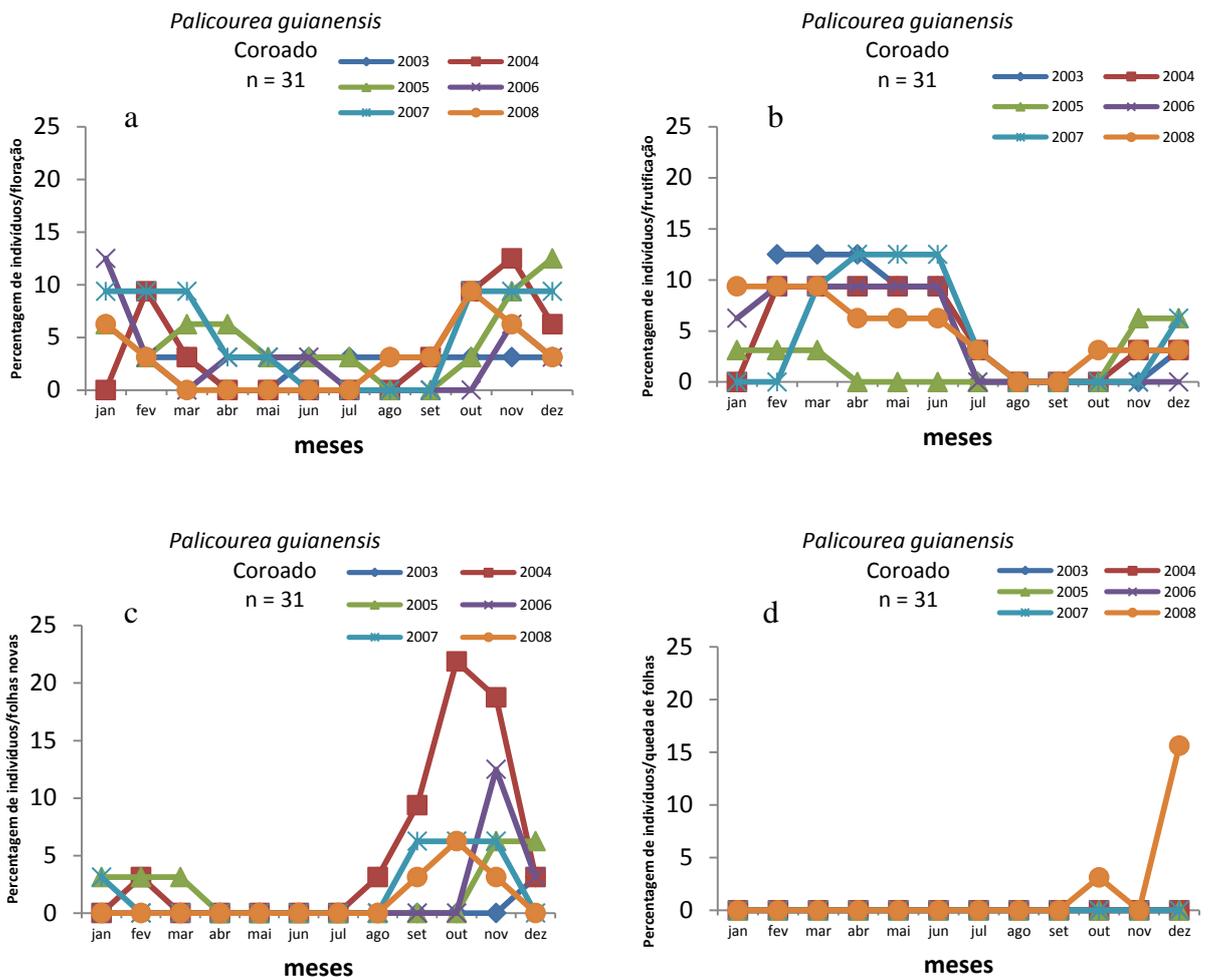


Figura 11. a, b, c e d: floração, frutificação, emissão de folhas novas e queda de folhas de *Palicourea guianensis* na Área 3 durante o período de 2003 a 2008.

*Inga laurina* Wild, apresentou seus maiores picos de floração durante a estação seca, no intervalo de maio-setembro dos diferentes anos, sendo bem evidente a diminuição da fenofase durante a estação chuvosa, com floração anual e subanual e duração intermediária em 2005 e 2007 e longa nos demais anos (figura 12a). Em oposição à floração, os picos mais expressivos de frutificação ocorreram ao longo do ano em todos os anos durante a estação chuvosa (figura 12b), com frequência anual em 2003 e subanual para os anos que se seguiram, com duração de intermediária a longa das fenofases ao longo dos anos, permitindo a manutenção da disponibilidade destes recursos na área de estudo.

A emissão de folhas novas apresentou dois picos: um durante o mês de maio, quando houve grande quantidade de chuvas, seguido de um decréscimo no mês de julho e aumentando novamente e ainda mais expressivamente em outubro (figura 2 e 12c). A queda de folhas apresentou picos em abril para os anos de 2003, 2004 e 2008, e em julho para os anos 2004 e 2007, com intensidade reduzida (figura 12d).

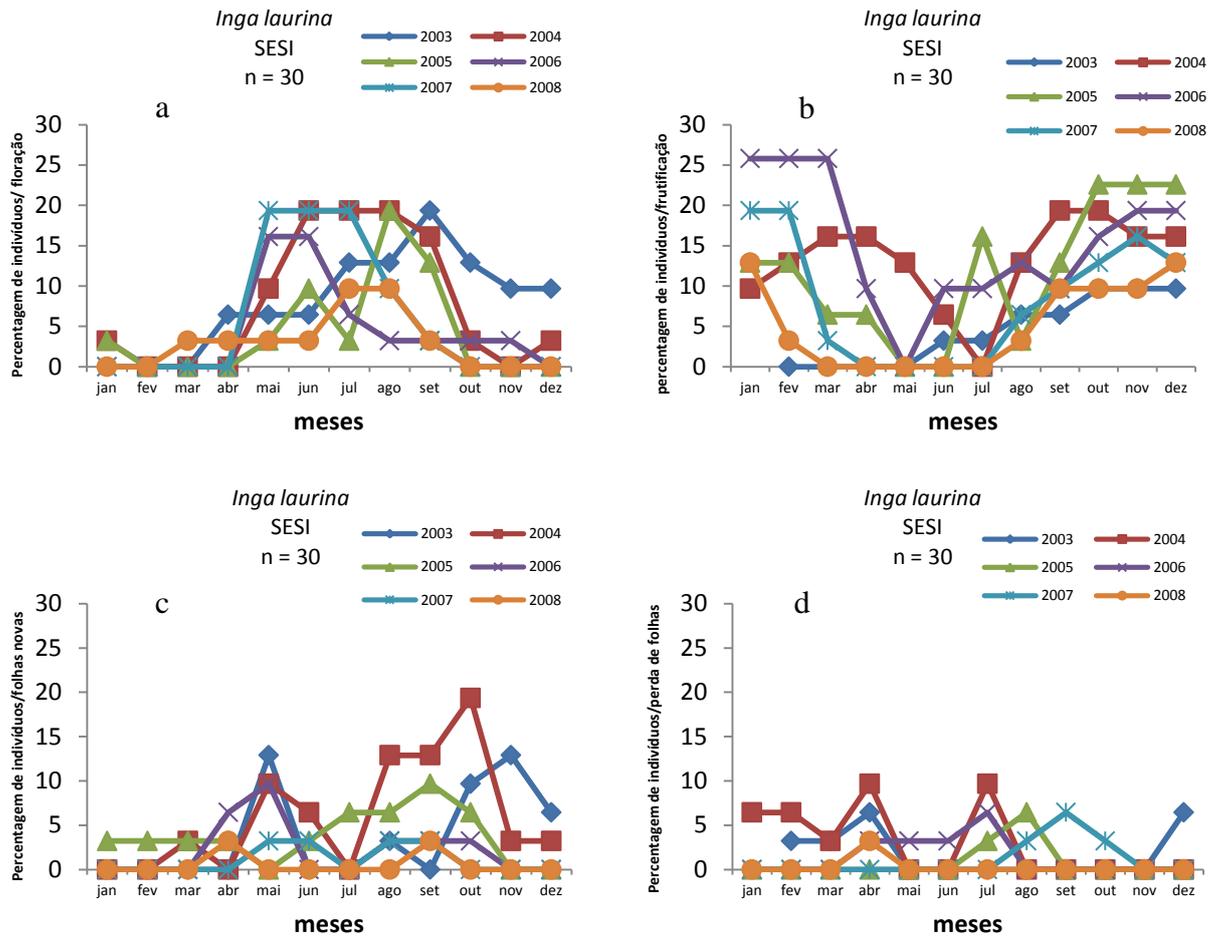


Figura 12. a, b, c e d: floração, frutificação, emissão de folhas novas e queda de folhas de *Inga laurina* na Área 4 (SESI) durante o período de 2003 a 2008.

Tabela 2. frequência e duração das fenofases reprodutivas nas quatro áreas de estudo considerando os seis anos de observação.

Espécie	Reserva Adolpho Ducke				Acariquara				Coroado				SESI				
	Frequência		Duração		Frequência		Duração		Frequência		Duração		Frequência		Duração		
	Flor	Fruto	Flor	Fruto	Flor	Fruto	Flor	Fruto	Flor	Fruto	Flor	Fruto	Flor	Fruto	Flor	Fruto	
<i>Astrocaryum gynacanthum</i>	-	-	-	-	Anual	Contínuo subanual anual	Intermediária Longa	Intermediária longa	Anual subanual	Anual subanual	Intermediária	Intermediária	-	-	-	-	
<i>Euterpe precatoria</i>	Anual subanual	Anual subanual contínua	Intermediária longa	Longa	-	-	-	-	-	-	-	-	Anual subanual contínuo	Anual contínua	Intermediária longa	Longa	
<i>Syagrus inajai</i>	-	-	-	-	Anual subanual contínua	Contínua	Intermediária longa	Longa	Contínua	Contínua	Longa	Longa	Contínua anual subanual	Anual subanual contínua	Intermediária longa	Intermediária longa	
<i>Inga laurina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Anual subanual	Anual subanual	Intermediária longa	Intermediária longa	
<i>Inga sp</i>	Anual subanual	subanual	Intermediária	Intermediária	-	-	-	-	Anual subanual	Anual subanual	Curta longa intermediária	Curta intermediária	anual	Subanual anual	Intermediária longa	Intermediária curta	
<i>Zygia racemosa</i>	Anual subanual	Anual subanual	intermediária	Curta intermediária	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Helicostylis scabra</i>	-	-	-	-	Anual	Anual	Intermediária	Longa	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Helicostylis tomentosa</i>	-	-	-	-	Anual	Anual	Intermediária longa	Intermediária longa	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Amaioua guianensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Anual	Anual	Intermediária longa	Intermediária longa
<i>Palicourea guianensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	Subanual	Anual subanual	Intermediária longa	Intermediária -longa	-	-	-	-	

Tabela 3. Grau de sincronia por fenofase, em porcentagem de indivíduos considerando os seis anos de observação.

Espécie	<u>Reserva Adolpho Ducke</u>		<u>Acariguara</u>		<u>Coroado</u>		<u>SESI</u>	
	Flor	Fruto	Flor	Fruto	Flor	Fruto	Flor	Fruto
<i>Astrocaryum gynacanthum</i>	-	-	(50%) sincronia	baixa (40%) sincronia	(13,8%) Assincrônico	(27,7%) sincronia	-	-
<i>Euterpe precatoria</i>	(16,6%) assincrônico	(16,6%) assincrônico	-	-	-	-	(26,6%) sincronia	baixa (26,6%) sincronia
<i>Syagrus inajai</i>	-	-	(34,7%) sincronia	baixa (26,08%) sincronia	(74%) sincronia	alta (66,6%) sincronia	(58,3%) sincronia	baixa (50%) sincronia
<i>Inga laurina</i>	-	-	-	-	-	-	(19,3%) assincrônico	(16,1%) assincrônico
<i>Inga sp</i>	(18,8%) assincrônico	(9%) assincrônico	-	-	(38,4%) sincronia	baixa (23%) sincronia	(25%) sincronia	baixa (28,1%) sincronia
<i>Zygia racemosa</i>	(7,1%) assincrônico	(7,1%) assincrônico	-	-	-	-	-	-
<i>Helicostylis scabra</i>	-	-	(35,4%) sincronia	baixa (22,5%) sincronia	-	-	-	-
<i>Helicostylis tomentosa</i>	-	-	(30,4%) sincronia	baixa (26%) sincronia	-	-	-	-
<i>Amaioua guianensis</i>	-	-	(27,7%) sincronia	baixa (27,7%) sincronia	-	-	-	-
<i>Palicourea guianensis</i>	-	-	-	-	(15,6%) assincrônico	(12,5%) assincrônico	-	-

## 4. Discussão

### 4.1 Espécies comuns entre as áreas

Os resultados aqui apresentados revelaram variação fenológica marcante tanto em um mesmo ano quanto em anos diferentes. Comparando as espécies comuns entre as áreas de estudo, observou-se que, em geral, as espécies apresentaram comportamentos particulares a cada área, possivelmente associados às características dos ambientes onde se encontram. Não houve tendências gerais para as espécies; essas diferenças não podem ser negligenciadas, como tem ocorrido na análise de fenologia de plantas tropicais (Newstrom *et al.* 1994). No estudo de Cardoso (2010), ficou claro que, a composição florística destas áreas reflete o histórico de perturbação antrópica. Este gradiente, portanto, propiciou variação das diferentes características do ambiente local ao qual cada população está sujeita (e.g. solo, abertura do dossel, amplitude térmica), e os padrões fenológicos das espécies aqui abordadas podem, ao menos em parte, refletir isto.

Isto pode ser exemplificado com a espécie *Astrocaryum gynacanthum*, comum às áreas do Acariquara e do Coroado, mas com diferentes padrões de floração e frutificação em cada uma; e *Euterpe precatoria*, comum à RFAD e ao SESI, mas com padrões fenológicos bem distintos entre as duas áreas. No Acariquara, a população de *Astrocaryum gynacanthum* apresentou floração do tipo anual/subanual, com esses episódios intercalados entre os anos (figura 3a). No Coroado, também foi observado um padrão anual nos três primeiros anos e subanual nos dois últimos. Este mesmo comportamento de episódios alternados foi observado para a frutificação no Coroado, bem como uma repetição do padrão anual nos quatro últimos anos para a área do Acariquara.

Os indivíduos de *Euterpe precatoria* presentes nas áreas da RFAD e do SESI apresentaram variação nos padrões de floração e frutificação: assincrônico na RFAD e baixa sincronia no SESI; na frequência, variando entre anual-subanual-continua nas duas áreas; na percentagem de indivíduos que apresentaram as fenofases: na

RFAD, apenas 16,6% dos indivíduos, e 26,6% no SESI. *E. precatória* apresentou picos mais elevados de floração e longa duração da frutificação com picos maiores durante a estação seca. Jardim & Kageyama (1994), acompanhando a fenologia de *Euterpe oleracea* no estuário amazônico, registraram que a floração ocorreu em todos os meses do ano. Segundo Bullock (1982) e Newstrom *et al.* (1994), padrões de floração quase contínuos podem ser apresentados por populações mais assíncronicas, como ocorreu na RFAD.

Ao comparar-se o comportamento fenológico de *Syagrus inajai* entre Acariquara, Coroado e SESI, nota-se maiores picos de frutificação para a área do Acariquara na estação seca e com longa duração. No SESI também se observou frutificação na transição entre o fim da estação seca e início da estação chuvosa, com longa duração e frequência variando de anual-subanual-continua. O que difere nesta espécie são os picos elevados observados no Coroado, bem como a alta sincronia na floração e na frutificação. Estes resultados vão de encontro àqueles encontrados por Ruiz & Alencar (2004) para a palmeira patauá (*Oenocarpus bataua*), na Reserva Ducke, a qual apresentou um padrão fenológico supra-anual.

A heterogeneidade dos padrões fenológicos individuais em uma população pode ser decorrente de diferenças de microhabitat (Newstrom *et al.* 1994). Heideman (1989) encontrou diferenças significativas nas taxas de produção de flores e frutos associados às variações florísticas e/ou edáficas entre áreas relativamente próximas de floresta tropical. Apesar da proximidade relativa entre as populações analisadas neste estudo (i.e. mesmo perímetro urbano), as florestas que as abrigam são diferentes sob vários aspectos e apresentam características peculiares que podem interferir direta ou indiretamente no comportamento fenológico das plantas.

Uma análise destas mesmas áreas em nível de comunidade revelou que os maiores picos de floração ocorreram no fim da estação seca e início da chuvosa, de frutificação, durante a estação chuvosa (Cardoso, 2010). Na análise das populações das espécies aqui tratadas, foi possível evidenciar padrões diferentes para cada espécie. Sakai (2000), ao estudar a floração de *Boesenbergia grandifolia* (Zingiberaceae) em Borneo, revelou padrões de floração individual irregulares, subanuais ou anuais, mas floração contínua na população.

Estudos fenológicos conduzidos em florestas de terra firme na Amazônia permitem explorar como os padrões observados são influenciados pela sazonalidade climática, representada pelas estações seca e chuvosa bem definidas, ou seja, como ela atua na determinação da periodicidade e da intensidade da fenologia das espécies (Araujo 1970, Alencar *et al.* 1970, Pinto *et al.* 2005). Neste contexto, o período de floração de *Inga* sp. com maior intensidade (entre os meses de julho e dezembro) é caracterizado por menor intensidade de chuvas na região, o que está de acordo com o padrão encontrado nos estudos de Alencar *et al.* (1979) e Araújo (1970) na Amazônia Central, os quais relataram que a maioria das espécies observadas floresceu na época de menor pluviosidade. Nestes estudos, também houve periodicidade na floração, com um pico de floração entre os meses de julho a setembro.

Outros estudos fenológicos nos trópicos têm igualmente demonstrado um período de floração concentrada na estação seca (Araujo 1970, Frankie *et al.* 1974, Fournier 1976) ou durante a transição da estação seca para a estação chuvosa (Morellato *et al.* 1989, Morellato *et al.* 1990, Morellato 1995). Segundo van Schaik *et al.* (1993), a floração na estação seca é vantajosa para as plantas pois facilita a ação de agentes polinizadores, considerando que as chuvas possam inibir a atividade destes animais. Além disto, ao comparar-se o comportamento fenológico dessa espécie entre as áreas, pode-se perceber que, nas áreas mais antropizadas (Coroado e SESI), a floração ocorreu em todos os anos. Já na RFAD, em 2007 e 2008 não houve floração e, nos demais anos, a floração foi pequena. Por outro lado, outro grupo de espécies (*Astrocaryum gynacathum*, *Euterpe precatoria* e *Syagrus inaja*) apresentou os maiores picos ou picos expressivos durante a estação chuvosa. Segundo Reich *et al.* (1982), o atraso da floração até o início da estação chuvosa pode reduzir o risco de estresse hídrico, embora também possa reduzir a chance de polinização.

Neste estudo, as palmeiras apresentaram picos de frutificação ao longo de todo o ano em todos os anos. Juntamente a outras espécies, elas contribuíram com a disponibilidade de frutos ao longo do ano, principalmente durante a estação seca, quando frutos carnosos de outras famílias tornam-se raros ou inexistentes. Tais características, aliadas ao fato de muitas espécies frutificarem fora da época

reprodutiva de outras plantas que têm frutos consumidos por animais e/ou possuem longos períodos de frutificação, torna-as importantes em épocas de escassez geral de frutos, fazendo com que as palmeiras sejam consideradas recursos chave para frugívoros tropicais (Galletti *et al.* 1992, Henderson *et al.* 2000, Beck 2006, Galetti *et al.* 2006).

## 4.2 Espécies exclusivas

Ao analisar-se o comportamento fenológico das espécies exclusivas às quatro áreas de estudo, nota-se que alguns padrões se repetem em relação aos padrões das espécies comuns. *Zygia racemosa*, presente na RFAD, apresentou floração e frutificação assíncrona, com frequência anual-subanual e duração intermediária. *Helicostylis scabra* apresentou baixa sincronia tanto na floração quanto na frutificação, com frequência variando entre anual e intermediária na floração, e anual na frutificação, com períodos longos. Em *Helicostylis tomentosa*, os maiores picos de floração ocorreram na estação chuvosa em 2005 e na estação seca em 2007. Para *Amaioua guianensis*, os maiores picos de floração ocorreram na transição da estação chuvosa para a estação seca e, de frutificação, na estação chuvosa, o que é esperado para espécies amazônicas. Em *Palicourea guianensis*, os maiores picos de floração ocorreram na estação chuvosa, com frequência subanual e duração intermediária/longa; a frutificação ocorreu na estação chuvosa. Em *Inga laurina*, a floração apresentou seus maiores picos na estação seca, com frequência anual e subanual, e duração variando de intermediária a longa. A frutificação ocorreu na estação chuvosa, com frequência anual a subanual, e duração também variando de intermediária a longa.

Estas diferenças estão de acordo com a observação de que, em florestas tropicais, muitas espécies frutificam todo o ano, mas existem flutuações no número de espécies apresentando frutos, possivelmente associadas a fatores ambientais (Ruiz & Alencar 1999). Longman & Jenik (1974) relataram que, várias espécies frutificaram anualmente, bianualmente ou irregularmente, semelhante aos resultados de Araújo (1970) e Alencar *et al.* (1979). O clima sazonal também causa flutuações

na ocorrência dos agentes polinizadores, dispersores, predadores e competidores, o que pode afetar a fenologia das espécies (Lieberman 1982).

Foster (1992) sugeriu que a época de frutificação das espécies está associada à época que apresenta as condições mais favoráveis para a germinação das sementes. A produção e a queda dos frutos no final da estação seca e início da estação chuvosa poderia ser vantajosa para as sementes se elas tiverem maior probabilidade de germinação perante o aumento da umidade (Janzen 1967). Além disto, as plântulas recém surgidas teriam toda a estação chuvosa para desenvolver o sistema radicular, antes da próxima estação seca (Morellato & Leitão-Filho 1992).

No presente trabalho, a mudança foliar apresentou-se mais intensa no período de transição entre a estação seca e a chuvosa, mas para as espécies *Helicostylis tomentosa*, *Amaioua guianensis*, *Palicourea guianensis* e *Inga laurina*, os maiores picos ocorreram na estação chuvosa com picos menores na estação seca. Wright & van Schaik (1994), ao estudarem sete áreas de floresta tropical, favoreceram a hipótese de que a produção de folhas e flores foi selecionada para coincidir com uma maior disponibilidade de água. Porém, também é possível que a produção foliar e a produção de flores tenham sido selecionadas nestas espécies para coincidir com o período de menor atividade de insetos herbívoros (Coley & Barone 1996).

Em *Zygia racemosa*, o pico de folhas novas ocorreu na estação seca. Resultados similares foram relatados por Janzen (1967), Araújo (1970), Longman & Jenik (1974), Jackson (1978), Alencar *et al.* (1979), Magalhães e Alencar (1979), Carvalho (1980), Lieberman (1982), Reich e Borchert (1984) e Miranda (1991). Segundo Pinto *et al.* (2005), as folhas novas não seguem necessariamente a formação da linha de abscisão das folhas velhas, sendo ambos os processos independentes. A renovação das folhas neste período pode estar relacionada uma estratégia evolutiva das plantas, pois a perda das folhas neste período evita a evaporação excessiva, tendo em vista a relativa escassez de água. A perda de folhas no período seco também pode estar relacionada à canalização dos nutrientes a folhas novas, necessárias à produção dos assimilados que serão incorporados aos frutos na estação seguinte. Alencar *et al.* (1979) apontam outros fatores abióticos além destes que podem influenciar a perda de folhas: baixa intensidade de luz,

mudança de temperatura, comprimento do dia, além da disponibilidade de minerais presentes no solo.

Laurance *et al.* (2003) postularam que o aumento da insolação e, conseqüentemente, da energia fotossintética perto das bordas de fragmentos florestais promoveria a floração e frutificação nestas áreas (Aldrich & Hamrick 1998, Wright & van Schaik 1994), bem como a produção de folhas (Lovejoy *et al.* 1986). Paralelamente, a maior dessecação nas bordas levaria a um aumento a queda de folhas (Sizer & Tanner, 1999). No presente estudo, todas as espécies apresentaram proporções reduzidas de indivíduos perdendo folhas e foram classificadas como perenifólias, tanto na RFAD (uma floresta primária) quanto nas demais áreas, situadas em fragmentos e sujeitas a efeitos de borda. Em florestas tropicais sazonais sempre verdes, a emissão de folhas frequentemente ocorre na estação seca e os brotos emergem antes das chuvas. Desta forma, o período seco seguido pelas primeiras chuvas pode ser um estímulo para o início do crescimento vegetativo (Longman & Jenik 1974).

O presente estudo evidencia a grande variabilidade interanual que pode caracterizar os padrões fenológicos de algumas espécies. Além disto, em ambientes urbanos, áreas separadas por distâncias geográficas relativamente pequenas podem exibir padrões fenológicos marcadamente distintos, mesmo no caso de populações de uma mesma espécie. Esta grande variabilidade pode tornar a disponibilidade de recursos para a comunidade de animais frugívoros um tanto imprevisível. Estes resultados têm importantes implicações para a conservação e manejo da vida silvestre em ambientes urbanos: a variação fenológica marcante em escalas relativamente pequenas no espaço e no tempo (e.g. entre locais distantes apenas alguns quilômetros entre si) sugere que pode ser mais vantajoso manter grandes remanescentes florestais ao invés de várias porções relativamente pequenas, porque isto facilitaria a procura e obtenção de alimento por parte da fauna frugívora durante períodos de escassez local. As causas desta variabilidade, porém, ainda são pouco claras, e merecem a atenção detalhada de estudos futuros.

## 5. Referências bibliográficas

ALDRICH, P.R. & HAMRICK, J.L. 1998. Reproductive dominance of pasture trees in fragmented tropical forest mosaic. *Science* 281:103-105.

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

ARAÚJO, V.C. 1970. Fenologia de essências florestais amazônicas. *Boletim do Inpa* (4):1-25.

BENCKE, C.S.C. & MORELLATO, L.P.C. 2002. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 25:237-248.

BENTOS, T.V. MESQUITA, R. C,G & WILLIAMSON, G.B. 2008. Repructive phenology of central amazon pioneer trees. *Tropical Conservation Science* 1:186-203.

BULLOCK, S.H. 1982. Population structure and reproduction in the neotropical dioecious tree *Compsonera sprucei*. *Oecologia* 55:238-242.

CARDOSO, G. L. 2010. Estudos florísticos e fenológicos em áreas de florestas de terra firme em diferentes estádios de conservação na Amazônia Central. Tese de doutorado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus.(INEDIT)

- CARVALHO J.O.P. 1980. Fenologia de espécies florestais de potencial econômico que ocorrem na floresta do Tapajós. *Boletim de Pesquisa da EMBRAPA* 20:1-15.
- COLEY, P.D.; BARONE, J.A. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review of ecology and Systematics* 27:305-335.
- FOSTER, R. B. 1992. Ciclo estacional de caída de frutos en la isla de Barro Colorado. *In Ecología de un bosque tropical* (E. G. LEIGH, A. S. RAND & D. M. WINDSOR, eds.). Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, p.219-241.
- FOURNIER, L. A. 1976. El dendrofenograma, una representación gráfica del comportamiento fenológico de los árboles. *Turrialba* 26:96-97.
- FRANKIE, G., BAKER, H., & OPLER, P. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in lowland of Costa Rica. *Ecology* 62:881-919.
- GALETTI, M., DONATTI, C.I., PIRES, A. S., JR, P.R.G. & JORDANO, P. 2006. Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic forest palm: the combined effects of defaunation and forest fragmentation. *Botanical Journal of the Linnean Society* 151:141-149.
- GALETTI, M.; PASCHOAL, M. & PEDRONI, F. 1992. Predation on palms nuts (*Syagrus romanzoffiana*) by squirrels (*Sciurus ingrami*) in south-east Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 8: 121-123.
- HENDERSON, A., FISCHER, B., SCARIOT, A., PACHECO, M. A. W. & PARDINI, R. 2000. Flowering phenology of a palm community in a central Amazon forest. *Brittonia* 52(2):149-159.

- HERRERA, C.M. 1998. Long-term dynamics of Mediterranean frugivorous birds and fleshy-fruits: a 12-year study. *Ecological Monographs* 68:511-538.
- JACKSON, S.F. 1978. Seasonality of Flowering and Leaf-fall in a Brazilian Subtropical Lower Mantane Moist Forest. *Biotropica* 10(1):38-42.
- JANZEN, D.H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution*, 21: 620-637.
- JANZEN, D.H. 1978. Seeding patterns of tropical trees. *In* Tropical trees living systems (P.B. TONLINSSON & M.H ZIMMERMANN, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, p.83–128
- JARDIM, M.A.G. & KAGEYAMA, P.Y. 1994. Fenologia de floração e frutificação em população natural de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no estuário amazônico. *Revista IPEF* 47:62-65.
- LAURANCE, W.F., RANKIN-de-MERONA, J.M., ANDRADE, A., LAURANCE, S.G., D'ANGELO, S. LOVEJOY, T.E & VASCONCELOS, H.L. 2003. Rain-forest fragmentation and the phenology of Amazonian tree communities. *Journal of Tropical Ecology* 19:343-347.
- LIEBERMAN D. 1982. Seasonality and phenology in a dry forest in Ghana. *Journal of Ecology*, 70:791-806.
- LIETH, H. 1974 Phenology and Seasonality Modeling, *Ecological Studies* 8. Springer, New York.

- LONGMAN, K.A. & JENIK, J. 1974. Tropical forest and its environment. Tropical Ecology Series, London and New York.
- LOVEJOY, T.E., BIERREGAARD R.O.Jr., RYLANDS A.B., MALCOLM J.R., QUINTELA C.E., HARPER L.H., BROWN K.S.Jr., POWELL A.H., POWELL G.V.N., SCHUBART H.O.R. & HAYS, M.B. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forests fragments. *In* Conservation biology: the science of scarcity and diversity (M.E. Soulé, ed.). Sinauer Associates, Sunderland, p. 257-285.
- MAGALHÃES, L. M. S. & ALENCAR, J. C. 1979. Fenologia do pau-rosa (*Aniba duckei* Kostermans), Lauraceae, em floresta primária na Amazônia Central. *Acta Amazonica* 9(2):227-232.
- MARQUES FILHO, A.O., RIBEIRO, M.N.G., SANTOS, H.M. & SANTOS, J.M. 1981. Estudos climatológicos da Reserva Florestal Ducke – Manaus – AM. IV. Precipitação. *Acta Amazonica* 11:759-768.
- MIRANDA, I.S. 1993. Fenologia do estrato arbóreo de uma comunidade de cerrado em Alter-do-chão, PA. *Revista Brasileira de Botânica* 18(2):235-240.
- MORELLATO, L.P.C, RODRIGUES, R.R., LEITÃO FILHO, H.F., & JOLY, C.A. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semi-decídua na Serra do Japí, Jundiáí, São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 12:85-98.
- MORELLATO, L.P.C. & LEITÃO FILHO, H.F. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japí, Jundiáí, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 50:63-173.

- MORELLATO, L.P.C., LEITÃO FILHO, H.F., RODRIGUES, R.R., & JOLY, C.A. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiá, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 50:149-162.
- MORELLATO, L.P.C. & LEITÃO-FILHO, H.F. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na serra do Japi. *In* História natural da serra do Japi. Ecologia e preservação de uma área de floresta no sudeste do Brasil (L.P.C. MORELLATO, org.). Editora da Unicamp/Fapesp, Campinas, p.112-140.
- MORELLATO, L.P.C. 1995. As estações do ano na floresta. *In* Ecologia e Preservação de uma Floresta Tropical Urbana ( L.P.C. MORELLATO & H. F. LEITÃO-FILHO, eds.) Editora da Unicamp, Campinas, p.37-41.
- MORELLATO, L.P.C. 2003. Phenological data, networks, and research: South America. *In* Phenology: An Integrative Environmental Science. Tasks for Vegetation (M.D. Schwartz, ed.) Sciences Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p.75-92.
- NEWSTROM, L.E., FRANKIE, G.W. & BAKER, H.G. 1994a. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland Tropical Rain Forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26(2):141-159.
- NEWSTROM, L.E., FRANKIE, G.W., BAKER, H.G., COLWELL, R.K. 1994b. Diversity of long-term flowering patterns. *In* La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest (H.A. HESPENHEIDE & G.S. HARTSHORN, eds) The University of Chicago Press, Chicago, p.142-160.
- OLIVEIRA, A.N., AMARAL, I.L., RAMOS, M.B.P., NOBRE, A.D., COUTO, L.B. & SAHDO, R.M. 2008. Composição e diversidade florístico-estrutural de um

hectare de floresta densa de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. Acta amazonica 38(4):627-642.

PINTO, A.M.; MORELLATO, L.P.C.. & BARBOSA, A.P. 2008. Fenologia reprodutiva de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd em duas áreas de floresta na Amazônia Central. Acta Amazonica 38(4):643-660.

PINTO, A.M.; RIBEIRO, R.J.; ALENCAR, J.C. & BARBOSA, A. P. 2005. Fenologia de *Simarouba amara* Aubl. na Reversa Florestal Adolfo Ducke, Manaus, AM. Acta Amazonica 35(3):347-352.

REICH, P. & BORCHERT, R. 1982. Phenology and ecophysiology of tropical tree, *Tabebuia neochrysantha* (Bignoniaceae). Ecology 63: 249-299.

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

RIBEIRO, J.E.L.S., HOPKINS, M.J.G., VICENTINI, A., SOTHERS, C.A., COSTA, M.A.S., BRITO, J.M., SOUZA, M.A.D., MARTINS, L.H.P., LOHMANN, L.G., ASSUNÇÃO, P.A.C.L., PEREIRA, E.C.; SILVA, C.F.; MESQUITA, M.R. & PROCÓPIO, L.C. 1999. Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

RUIZ, J.E.A. & ALENCAR, J.C. 1999. Interpretação fenológica de cinco espécies de Chrysobalanaceae na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. Acta Amazonica 29(2):223-242.

- RUIZ, R.R. & ALENCAR, J.C. 2004. Comportamento fenológico da palmeira patauá (*Oenocarpus bataua*) na reserva florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 34(4):553-558.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 2001. A hectare of cerrado. II. Flowering and fruiting of thick-stemmed woody species. *Phyton-Annales Rei Botanicae* 41:129-158.
- SIZER, N., TANNER, E.V.J., 1999. Responses of woody plant seedlings to edge formation in a lowland tropical rainforest, Amazonia. *Biological Conservation* 91:135-142.
- VAN SCHAIK, C.P., TERBORGH, J. W., & WRIGHT, S. J. 1993. The phenology of tropical forest: adaptive significance and consequences of consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24:353-377.
- WRIGHT, S.J. & VAN SCHAIK, C.P. 1994. Light and the phenology of tropical trees. *American Naturalist* 143:192-199.

## 6. Conclusões gerais

A composição florística das quatro áreas estudadas evidencia o histórico de perturbação antrópica, revelando uma forte substituição de famílias ao longo do gradiente de perturbação, porém com espécies exclusivas em sua estrutura, o que permite afirmar que as comunidades das distintas áreas e fortemente restringida por adaptações compartilhadas pelas espécies das famílias mais abundantes. A ocorrência de algumas espécies ratifica estágio de sucessão inicial no SESI, sucessão secundária no Coroadó evidenciando que florestas podem readquirir riqueza, composição florística e estrutura próximas às originais desde de que manejadas de forma adequada, podendo ser mais uma das ferramentas utilizadas para conscientização da importância da conservação dos ecossistemas e de seu uso.

As séries fenológicas e climáticas observadas estão de acordo com a variedade de padrões já observados em florestas tropicais, com dois picos anuais. Os picos de floração tenderam a ocorrer nos períodos mais secos ou de transição da estação seca para a chuvosa, mostrando um padrão sazonal nas quatro áreas de estudo. As três variáveis climáticas são importantes no controle das fenofases vegetais, entretanto, as contribuições independentes de cada uma apresentaram poder explanatório relativamente pequeno. A precipitação com associações negativas com floração ganho e perda de folhas e positivas sobre o número de indivíduos frutificando indica que é possível que a seca seja um sinal direto para a floração, produção e perda de folhas em ao menos parte das espécies presentes nas comunidades estudadas. A temperatura mensal média teve efeitos em geral positivos sobre a expressão das fenofases, porém, o maior efeito na floração observado na RFAD e menor no SESI e o oposto para a frutificação sugerem que a hipótese de que a temperatura atuaria como um sinal direto para a frutificação é mais condizente com os resultados obtidos aqui. Mas vale lembrar que todas as áreas observadas estão situadas dentro do perímetro urbano de Manaus, sendo que três delas estão sujeitas a efeitos de borda e isto é um aspecto que provavelmente influencia sobre o comportamento fenológico destes ambientes associada ao grau ou tempo de antropização ao quais estas áreas estiveram expostas.

A umidade relativa do ar mostrou-se pouco explicativa dos padrões de variação no número de indivíduos em todas as fenofases, contrariando as expectativas, porém, ela apresentou efeitos tanto positivos quanto negativos sobre o número de árvores com folhas, flores e frutos, e positivo sobre o número de árvores perdendo folhas, o que nos leva a concluir que talvez esta variável seja mais importante em interação com outros fatores ambientais, e não necessariamente de forma direta e independente. Poucos estudos trataram diretamente do papel da umidade do ar (em oposição à do solo) na fenologia de árvores tropicais, e são necessárias mais investigações detalhadas a fim de compreender o tipo de efeito e os mecanismos envolvidos.

O número de florindo teve efeito positivo sobre o número de indivíduos frutificando nas quatro áreas estudadas e explicou a maior variação na frutificação, embora sua contribuição tenha sido menor no SESI. É possível que este resultado reflita um desacoplamento entre a produção de flores e de frutos nas espécies prevalentes no SESI. A área do SESI parece bastante distinta das demais, mesmo em nível de famílias botânicas, portanto podemos considerar que a variação na composição florística está associada à variação em uma série de características estruturais das florestas que, por sua vez, condicionam o microclima ao qual as plantas estão sujeitas.

É interessante notar também a elevada contribuição da autocorrelação temporal na explicação destes dados. No contexto temporal, a autocorrelação expressa a tendência a observações temporalmente próximas apresentarem valores similares, o que é típico de fenômenos cíclicos. Ela pode, porém, ter causas distintas. Assim, os autovetores construídos e incorporados aos modelos podem tanto capturar informação sobre ciclos fenológicos endógenos às plantas, quanto o efeito de fatores exógenos importantes à fenologia vegetal, mas não incluídos nos modelos. Por isto, não se pode descartar a possibilidade de que os padrões fenológicos observados para estas comunidades estejam sob controles outros além dos abordados, possivelmente envolvendo as constituições genéticas e fisiológicas das comunidades, bem como interações ecológicas como polinização, predação e competição.

O presente estudo contou com ferramentas estatísticas normalmente não empregadas em estudos fenológicos (i.e. partição hierárquica, filtragem por

autovetores). Entretanto, o controle da autocorrelação e da multicolinearidade em análises envolvendo múltiplas séries temporais é essencial no sentido de minimizar a chance de produzir resultados espúrios.

Ao comparar comportamentos fenológicos de algumas espécies nas quatro áreas, evidenciamos grande variabilidade interanual que pode caracterizar os padrões fenológicos de algumas espécies. Além disto, em ambientes urbanos, áreas separadas por distâncias geográficas relativamente pequenas podem exibir padrões fenológicos marcadamente distintos, mesmo no caso de populações de uma mesma espécie. Esta grande variabilidade pode tornar a disponibilidade de recursos para a comunidade de animais frugívoros um tanto imprevisível.

Em estudos futuros, seria interessante tentar integrar as contribuições relativas de fatores tanto abióticos quanto bióticos na regulação da fenologia de comunidades vegetais. A compreensão destes processos, especialmente no contexto da urbanização, é fundamental para a conservação e manejo racional das funções ecológicas das comunidades arbóreas remanescentes em paisagens antropogênicas.

Os resultados obtidos neste estudo, têm importantes implicações para a conservação e manejo da vida silvestre em ambientes urbanos: a variação fenológica marcante entre locais distantes apenas alguns quilômetros entre si sugere que pode ser mais vantajoso manter grandes remanescentes florestais ao invés de várias porções relativamente pequenas, porque isto facilitaria a procura e obtenção de alimento por parte da fauna frugívora durante períodos de escassez local. As causas desta variabilidade, porém, ainda são pouco claras, e merecem a atenção detalhada de estudos futuros.

## 7. Anexo

### 7.1. Normas Revista Brasileira de Botânica

#### INSTRUÇÕES AOS AUTORES

##### Objetivo

A Revista Brasileira de Botânica é a publicação oficial da Sociedade Botânica de São Paulo - SBSP, cujo objetivo é publicar artigos originais de pesquisa científica em Botânica, em português, espanhol ou inglês.

##### Normas editoriais

Os manuscritos completos (incluindo figuras e tabelas), em quatro cópias, devem ser enviados ao Editor Responsável da Revista Brasileira de Botânica no endereço abaixo. A aceitação dos trabalhos depende da decisão do Corpo Editorial. Os artigos devem conter as informações estritamente necessárias para a sua compreensão. Artigos que excedam 15 páginas impressas (cerca de 30 páginas digitadas, incluindo figuras e tabelas), poderão ser publicados, a critério do Corpo Editorial, devendo o(s) autor(es) cobrir(em) o custo adicional de sua publicação. Igualmente, fotografias coloridas poderão ser publicadas a critério do Corpo Editorial, devendo o(s) autor(es) cobrir(em) os custos de publicação das mesmas. As notas científicas deverão apresentar contribuição científica ou metodológica original e não poderão exceder 10 páginas digitadas, incluindo até 3 ilustrações (figuras ou tabelas). Notas científicas seguirão as mesmas normas de publicação dos artigos completos. Serão fornecidas gratuitamente 20 separatas dos trabalhos nos quais pelo menos um dos autores seja sócio quite da SBSP. Para os demais casos, as separatas poderão ser solicitadas por ocasião da aceitação do trabalho e fornecidas mediante pagamento.

##### Instruções aos autores

Preparar todo o manuscrito com numeração seqüencial das páginas utilizando: Word for Windows versão 6.0 ou superior; papel A4, todas as margens com 2 cm; fonte Times New Roman, tamanho 12 e espaçamento duplo. Deixar apenas um espaço entre as palavras e não hifenizá-las. Usar tabulação (tecla Tab) apenas no início de parágrafos. Não usar negrito ou sublinhado. Usar itálico apenas para nomes

científicos ou palavras e expressões em latim. Formato do manuscrito Primeira página - Título: conciso e informativo (em negrito e apenas com as iniciais maiúsculas); nome completo dos autores (em maiúsculas); filiação e endereço completo como nota de rodapé, indicando autor para correspondência e respectivo e-mail; título resumido. Auxílios, bolsas recebidas e números de processos, quando for o caso, devem ser referidos no item Agradecimentos.

Segunda página - ABSTRACT (incluir título do trabalho em inglês), RESUMO (incluir título do trabalho em português), Key words (até 5, em inglês). O Abstract e o Resumo devem conter no máximo 250 palavras.

Texto - Iniciar em nova página colocando seqüencialmente: Introdução, Material e métodos, Resultados/ Discussão, Agradecimentos e Referências bibliográficas. Citar cada figura e tabela no texto em ordem numérica crescente. Colocar as citações bibliográficas de acordo com os exemplos: Smith (1960) / (Smith 1960); Smith (1960, 1973); Smith (1960a, b); Smith & Gomez (1979) / (Smith & Gomez 1979); Smith et al. (1990) / (Smith et al. 1990); (Smith 1989, Liu & Barros 1993, Araujo et al. 1996, Sanches 1997).

Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações de material botânico, incluindo ordenadamente: local e data de coleta, nome e número do coletor e sigla do herbário, conforme os modelos a seguir: BRASIL: Mato Grosso: Xavantina, s.d., H.S. Irwin s.n. (HB 3689). São Paulo: Amparo, 23/12/1942, J.R. Kuhlmann & E.R. Menezes 290 (SP); Matão, ao longo da BR 156, 8/6/1961, G. Eiten et al. 2215 (SP, US).

Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (S.E. Sanchez, dados não publicados)

Citar números e unidades da seguinte forma:

- Escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades ou indiquem numeração de figuras ou tabelas.
- Utilizar, para número decimal, vírgula nos artigos em português ou espanhol (10,5 m) ou ponto nos artigos escritos em inglês (10.5 m).

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

- Utilizar, para unidades compostas, exponenciação e não barras (Ex.: mg.dia-1 ao invés de mg/dia, Omol.min-1 ao invés de Omol/min).

Não inserir espaços para mudar de linha, caso a unidade não caiba na mesma linha.

Não inserir figuras no arquivo do texto.

Referências bibliográficas - Indicar ao lado da referência, a lápis, a página onde a mesma foi citada.

Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos:

ZAR, J.H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, New Jersey.

YEN, A.C. & OLMSTEAD, R.G. 2000. Phylogenetic analysis of Carex (Cyperaceae): generic and subgeneric relationships based on chloroplast DNA. In Monocots: Systematics and Evolution (K.L.

Wilson & D.A. Morrison, eds.). CSIRO Publishing, Collingwood, p.602-609.

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

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

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

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

SANO, P.T. 1999. Revisão de Actinocephalus (Koern.) Sano -Eriocaulaceae. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Não citar resumos de congressos.

## Tabelas

Usar os recursos de criação e formatação de tabela do Word for Windows. Evitar abreviações (exceto para unidades).

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

Tabela 1. Produção de flavonóides totais e fenóis totais (% de peso seco) em folhas de *Pyrostegia venusta*.

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

Em tabelas que ocupem mais de uma página, acrescentar na(s) página(s) seguinte(s) "(cont.)" no início da página, à esquerda.

## Figuras

Submeter um conjunto de figuras originais em preto e branco e três cópias com alta resolução.

Enviar ilustrações (pranchas com fotos ou desenhos, gráficos mapas, esquemas) no tamanho máximo de 15 x 21 cm, incluindo-se o espaço necessário para a legenda. Não serão aceitas figuras que ultrapassem o tamanho estabelecido ou que apresentem qualidade gráfica ruim. Figuras digitalizadas podem ser enviadas, desde que possuam nitidez e que sejam impressas em papel fotográfico ou "glossy paper".

Gráficos ou outras figuras que possam ser publicados em uma única coluna (7,2 cm) serão reduzidos; atentar, portanto, para o tamanho de números ou letras, para que continuem visíveis após a redução. Tipo e tamanho da fonte, tanto na legenda quanto no gráfico, deverão ser os mesmos utilizados no texto. Gráficos e figuras confeccionados em planilhas eletrônicas devem vir acompanhados do arquivo com a planilha original.

Colocar cada figura em página separada e o conjunto de legendas das figuras, seqüencialmente, em outra(s) página(s).

Utilizar escala de barras para indicar tamanho. A escala, sempre que possível, deve vir à esquerda da figura; o canto inferior direito deve ser reservado para o número da(s) figura(s).

Detalhes para a elaboração do manuscrito são encontrados nas últimas páginas de cada fascículo. Sempre que houver dúvida consulte o fascículo mais recente da Revista.

O trabalho somente receberá data definitiva de aceitação após aprovação pelo Corpo Editorial, tanto quanto ao mérito científico como quanto ao formato gráfico. A versão final do trabalho, aceita para publicação, deverá ser enviada em uma via impressa e em disquete, devidamente identificados.