

FENOLOGIA DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM REGIÃO URBANA, TAUBATÉ, SP

Claudia Helena Vitor dos Santos¹, Simey Thury Vieira Fisch^{1,2,3}

RESUMO

O objetivo deste estudo foi caracterizar os eventos fenológicos de espécies arbóreas em praças e parques urbanos da cidade de Taubaté-SP. Foram mensalmente acompanhadas as espécies arbóreas pata-de-vaca (*Bauhinia longifolia*), pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*), paineira rosa (*Ceiba speciosa*), ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*), ipê-amarelo (*Handroanthus ochraceus*), jasmim-manga (*Plumeria rubra*), ipê-de-jardim (*Tecoma stans*), quaresmeira (*Tibouchina granulosa*) e pau-formiga (*Triplaris americana*), contando com 240 indivíduos. O método aplicado para a análise das observações foi o índice de atividade. Na avaliação da relação entre os elementos climáticos e as fenofases foram estabelecidas as correlações de Spearman, as quais foram realizadas através do programa BioEstat 5.0. Os resultados demonstraram que a queda de folhas entre os indivíduos prevaleceu no período da estação seca e o brotamento foliar na estação chuvosa. A floração apresentou maior índice de atividade no início da estação seca e início da estação chuvosa. A estação seca e início da estação chuvosa foi o período com o maior número de indivíduos com frutos, porém esta fenofase ocorreu ao longo de todo ano entre as espécies *Tecoma stans* e *Tibouchina granulosa*. Constatou-se que, a precipitação e a temperatura exercem significativa influência sobre o comportamento fenológico vegetativo e reprodutivo das espécies arbóreas.

Palavras-chave: Arborização urbana; eventos fenológicos; dados ambientais.

PHENOLOGY OF TREE SPECIES IN URBAN AREA IN TAUBATÉ, SP - Brazil

ABSTRACT

The objective of this study was to characterize the phenological events of tree species in squares and urban parks in Taubaté-SP, Brazil. Species of pata-de-vaca (*Bauhinia longifolia*), pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*), paineira rosa (*Ceiba speciosa*), ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*), ipê-amarelo (*Handroanthus ochraceus*), jasmim-manga (*Plumeria rubra*), ipê-de-jardim (*Tecoma stans*), quaresmeira (*Tibouchina granulosa*) and pau-formiga (*Triplaris americana*) were studied on monthly bases, counting 240 individuals. The method used to analyze the observations was based on the index of activity. In order to rate the relation between the elements of climate and the phenophases it was established the Spearman's correlation, which was done using the BioEstat 5.0 software. The results obtained showed that the leaf fall amongst individuals predominated during the dry season, and the leaf flushing during the rainy season. The highest index of activity of flowering prevailed in dry and rainy seasons. The dry season and the beginning of the rainy season presented the highest number of individuals bearing fruits, however this phenophase occurred throughout the year between the species of *Tecoma stans* and *Tibouchina granulosa*. It was noticed that precipitation and temperature exert great influence on the reproductive and vegetative phenophase's behavior of tree species.

Key words: urban afforestation; phenological events; environmental data.

¹ UNITAU - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais - PPG-CA. claudiahvs@hotmail.com

² UNITAU - Universidade de Taubaté, Instituto Básico de Biociências - Campus do Bom Conselho - Praça Marcelino Monteiro, 63. CEP: 12030-010, Taubaté, SP - Brasil, simey.fisch@gmail.com

³ recebido em 20.06.2012 e aceito para publicação em 15.09.2013



INTRODUÇÃO

A presença da cobertura vegetal no ambiente urbano tende a melhorar o clima por meio da diminuição da amplitude térmica, da evapotranspiração, da interferência, velocidade e direção dos ventos, do sombreamento, da diminuição das poluições atmosférica, hídrica, sonora e visual (SOUZA; CINTRA, 2007). A arborização urbana quando em harmonia com a arquitetura da cidade, espelha sua cultura, desperta a memória e contribui com os elementos que compõem a biodiversidade do ecossistema urbano (LINDENMAIER; SANTOS, 2008). Além de contribuir com a beleza estética e com a qualidade do ambiente, auxilia no desenvolvimento e equilíbrio físico, psicológico e emocional da população local (ROCHA et al., 2004).

Os eventos biológicos cíclicos das plantas e suas relações com as condições ambientais são os objetos de estudo da ferramenta conhecida por fenologia. O monitoramento fenológico é realizado por meio de observações sistemáticas do ciclo de vida das plantas, compreendendo fenofases vegetativas, que envolvem o brotamento e a queda foliar, e reprodutivas, que correspondem a floração e a frutificação (BENCKE; MORELLATO, 2002; PEREIRA et al., 2008).

Os estudos fenológicos buscam descrever padrões para os ciclos biológicos e, por conseguinte, suas causas imediatas (sinais biofísicos desencadeados p.ex. pela temperatura, precipitação e radiação solar) e causas últimas (razões ecológico-evolutivas, como interações bióticas e relações filogenéticas) (WILLIAMS-LINERA; MEAVE, 2002). Entre as causas consideradas imediatas, as variações climáticas podem influenciar e regular os eventos fenológicos de acordo com sua intensidade e frequência (FERRAZ et al., 1999). As variações de temperatura influenciam significativamente o início da floração, e a relevância dessas variações proporcionam o aumento da estatura e

antecedem o florescimento das plantas (CÂMARA et al., 1997).

O conhecimento sobre os ciclos biológicos vegetativos e reprodutivos das plantas permite melhor compreensão da dinâmica dos ecossistemas (GRUBB, 1977), uma vez que fornece dados importantes para o entendimento da ciclagem de nutrientes, polinização e dispersão (MORELLATO, 1992). Em ambientes urbanos tropicais pouco se conhece sobre os padrões fenológicos das espécies empregadas na arborização. Este tipo de informação é útil para estudos com ecologia urbana (TOLEDO et al., 2011), para embasar observações de alterações nos padrões fenológicos frente às mudanças climáticas (JOCHNER et al., 2013), além de ter importante aplicabilidade para o planejamento de serviços do município (varrições, podas, coletas de frutos etc) e.

A distribuição sazonal do clima da cidade de Taubaté (SP) é caracterizada por dois períodos bem definidos e distintos, em que o verão é chuvoso (44% da chuva anual) e o inverno seco (com apenas 7% da chuva anual). O mês mais chuvoso é janeiro (212 mm) e os meses mais secos são julho e agosto (28-30 mm). Ocorrem, em média, 13-16 dias com chuvas na época de verão, diminuindo este valor para um dia no inverno (FISCH, 1999). Informações sobre os padrões fenológicos das árvores utilizadas na arborização urbana de Taubaté e como a sazonalidade climática influencia esses eventos são ainda inexistentes.

O objetivo deste estudo foi caracterizar os padrões fenológicos de espécies arbóreas de praças e parques urbanos da cidade de Taubaté-SP, procurando: a) Identificar a época do ano de queda e brotamento de folhas, floração e frutificação; e b) Relacionar os eventos fenológicos com o clima da região (valores médios mensais de temperatura e precipitação).

Claudia Helena Vitor dos Santos e Simey Thury Vieira Fisch



MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Taubaté - SP, em que a população é de 273.426 habitantes, com densidade demográfica de 407,43 hab./km² (IBGE, 2009). O município possui área total de 627,4 km² e uma área urbanizada de 106 km². Está situado a 580 m de altitude média e nas coordenadas 23° 01' 30"S e 45° 33' 31"O, próximo ao Trópico de Capricórnio (23° 27' 30"S), que passa ao sul de Taubaté (PRADO, 2005).

O clima da região é tropical, de acordo com a classificação de Köeppen é do tipo Cwa com chuvas de verão e inverno relativamente seco. O período de maior intensidade de calor é de dezembro a fevereiro e junho e julho são os meses mais frios (FISCH, 1999). O início do ano hidrológico se dá em agosto e o término em julho do ano seguinte, com 1.335 mm de

precipitação anual total, 42% dessa ocorre nos meses de dezembro a fevereiro (HORIKOSHI; FISCH, 2007). O período de estiagem, de 15 a 20 dias, ocorre na época do inverno (FISCH, 1999).

As árvores monitoradas estão situadas nas praças Santa Terezinha e Praça Dr. Barbosa de Oliveira, nos parques municipais Jardim das Nações e Monteiro Lobato e no Horto Florestal da cidade de Taubaté (Figura 1). Após um prévio levantamento feito por meio de fotografias aéreas e visitas *in loco*, estes locais foram arbitrariamente escolhidos, levando em consideração o maior número de espécies e espécimes em um mesmo local facilitar o monitoramento mensal. Além disso, nesses ambientes há baixa interferência da rede elétrica e a prática de podas por parte da Prefeitura é menor.

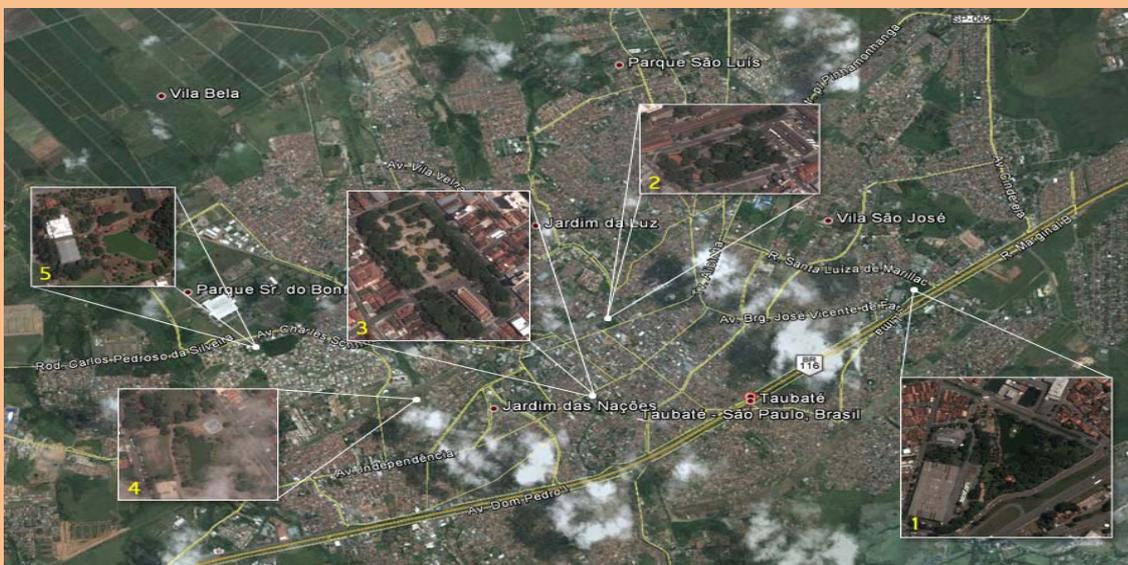


Figura 1: Área de estudo, Município de Taubaté, São Paulo e a localização dos espécimes arbóreos no perímetro urbano: 1. Horto Florestal; 2. Praça Dr. Barbosa de Oliveira; 3. Praça Santa Terezinha; 4. Parque Municipal Jardim das Nações; 5. Parque Municipal Monteiro Lobato.

Fonte: Google earth.

Acompanhamento fenológico e climático

O acompanhamento fenológico (reprodutivo e vegetativo), assim como a coleta de dados ambientais (temperatura e precipitação), foi realizado mensalmente durante o período de setembro de 2009 a agosto de 2011. Foram selecionadas para este estudo árvores adultas, que apresentavam indícios de eventos reprodutivos prévios. O acompanhamento fenológico foi feito com o auxílio de um binóculos (10 x 50) e as anotações organizadas em fichas separadas por localidade.

A ocorrência das fenofases reprodutivas foi avaliada a partir da observação direta da copa das árvores, sendo registrada somente a presença ou a ausência de flores (botão floral e flores abertas) e frutos (frutos imaturos, frutos maduros e frutos senescentes) (BENCKE; MORELLATO, 2002). E para as fenofases vegetativas tomou-se como base o padrão de mudança foliar, classificando as espécies em: perenifólias – com queda foliar concomitante ao brotamento em baixa intensidade ao longo do ano; semicaducifólias – com queda foliar e brotamento parcial; caducifólias – com queda foliar total e brotamento, em alta intensidade, concentrados em determinada época do ano (PEREIRA et al., 2008). As espécies também foram agrupadas segundo o modo de dispersão de seus diásporos tomando-se como base os tipos de frutos e confirmando as observações com informações da literatura especializada.

A presença da fenofase foi considerada tanto em nível de indivíduos como de espécies, independente da intensidade. No primeiro caso, a ocorrência da fenofase foi determinada pela presença de pelo menos um dos

estágios da fenofase na árvore (ex: para considerar floração no indivíduo, ele teria que apresentar pelo menos um botão floral ou uma flor). Já a ocorrência da fenofase para a espécie foi considerada, quando pelo menos um indivíduo de dada espécie apresentasse determinada fenofase (SANTOS, 2007). O método aplicado para a análise das observações foi do índice de atividade (ou porcentagem de indivíduos), em que se constata a presença ou a ausência da fenofase no indivíduo. Este índice tem o caráter quantitativo em nível populacional e permite estimar a sincronia entre os indivíduos de uma população (BENCKE; MORELLATO, 2002).

Os dados ambientais (precipitação e temperatura) foram coletados a partir do posto meteorológico do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté (UNITAU) (23° 02' S e 45° 30' O) localizado na Fazenda Piloto (estrada Dr. José Luiz Cembranelli, s/n) na área rural de Taubaté, a 5 km do centro comercial da cidade. Para o presente estudo considerou-se que os parques e praças estavam sob o mesmo regime climático da área abrangência dos dados meteorológicos coletados. Para tanto se trabalhou com valores médios mensais, que considera as condições meteorológicas características dos meses de análises.

Na avaliação da relação entre os elementos climáticos e as fenofases foram estabelecidas as correlações de Spearman (r_s), as quais foram realizadas por meio do programa Bioestat 5.0 (AYRES et al., 2009). Nestas avaliações foram consideradas significativas correlações com valores de $p < 0,05$, e correlações não significativas valores de $p > 0,05$.

RESULTADOS



De setembro de 2009 a agosto de 2011, foi monitorado um total de 240 indivíduos (árvores adultas) compreendendo sete famílias, oito gêneros e dez espécies em duas praças e três parques no município de Taubaté – SP. Das dez espécies em estudo três são perenifólias, três semicaducifólias e quatro caducifólias. Quanto ao modo de dispersão seis são anemocóricas e quatro autocóricas (Tabela 1).

Durante os dois anos de observação, os meses com maior precipitação, que caracterizam a estação chuvosa e o verão para a região, foram dezembro de 2009 (267 mm) e março de 2011 (206 mm). Os meses com menor precipitação, que caracterizam a estação seca e o inverno, foram agosto de 2010 (0 mm) e julho de 2011 (1 mm). A temperatura média chegou a 25°C no mês de janeiro de 2010 e 2011 e no mês de junho a 15°C, também em ambos os anos (Figura 2).

Tabela 1: Espécies arbóreas monitoradas de setembro de 2009 a agosto de 2011 em praças e parques de Taubaté-SP.

Nome científico	Nome popular	Ocorrência	Síndrome de Dispersão	Deciduidade	Nº de Indivíduos
Apocynaceae					
<i>Plumeria rubra</i> L.	jasmim-manga	PST/PRV	autocórica	caducifolia	7
Bignoniaceae					
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. Ex DC.) Mattos	ipê-roxo	PST/PVR/PJN/PML/HF	anemocórica	caducifolia	42
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	ipê-amarelo	PST/PRV/PJN/PML/HF	anemocórica	caducifolia	43
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. Ex Kunth	ipê-de-jardim	PJN/PML/HF	anemocórica	perenifolia	19
Fabaceae					
<i>Bauhinia forficata</i> (Bong.) Steud	pata-de-vaca	PJN/HF	autocórica	semicaducifolia	17
<i>Caesalpinia echinata</i> Lam	pau-brasil	PTS/PJN/PML/HF	autocórica	semicaducifolia	32
<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth	sibipiruna	PST/PRV/PML	autocórica	semicaducifolia	30
Malvaceae					
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	paineira rosa	PST/PRV/PJN/PML	anemocórica	caducifolia	12
Melastomaceae					
<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn	quaresmeira	PST/PRV/PML	anemocórica	perenifolia	19
Polygonaceae					
<i>Triplaris brasiliensis</i> L.	pau-formiga	PST/PJN/PML/HF	anemocórica	perenifolia	19

PST – Praça Santa Terezinha; PRV – Praça da Rodoviária Velha; PJN – Parque Jardim das Nações; PML – Parque Monteiro Lobato; HF – Horto Florestal.

Queda foliar

A fenofase queda foliar foi maior entre os indivíduos no outono, com pico no mês de maio, e maior no outono e inverno entre as espécies em geral nos dois anos monitorados. O evento se iniciou em março, com a queda de temperatura e diminuição da precipitação e prolongou-se até agosto (Figura 2). A queda de folhas em *Bauhinia longifolia* e *Caesalpinia echinata* não foi

observada na primavera de 2009 e verão de 2010, prevalecendo nas demais estações. A queda foliar de *C. peltophoroides* foi pouco expressiva na primavera e verão. As espécies *Handroanthus impetiginosus*, *H. ochraceus*, *Plumeria rubra* e *Tecoma stans* apresentaram maior queda foliar no outono, se estendendo até o final do inverno. Para *Tibouchina granulosa* a queda ocorreu desde o outono de 2010 até o inverno de 2011, porém apresentou baixa atividade

FENOLOGIA DE ESPÉCIES ARBÓREAS...



em fevereiro de 2011. Nos representantes de *Triplaris americana* esta fenofase não foi observada no verão

(Figura 3).

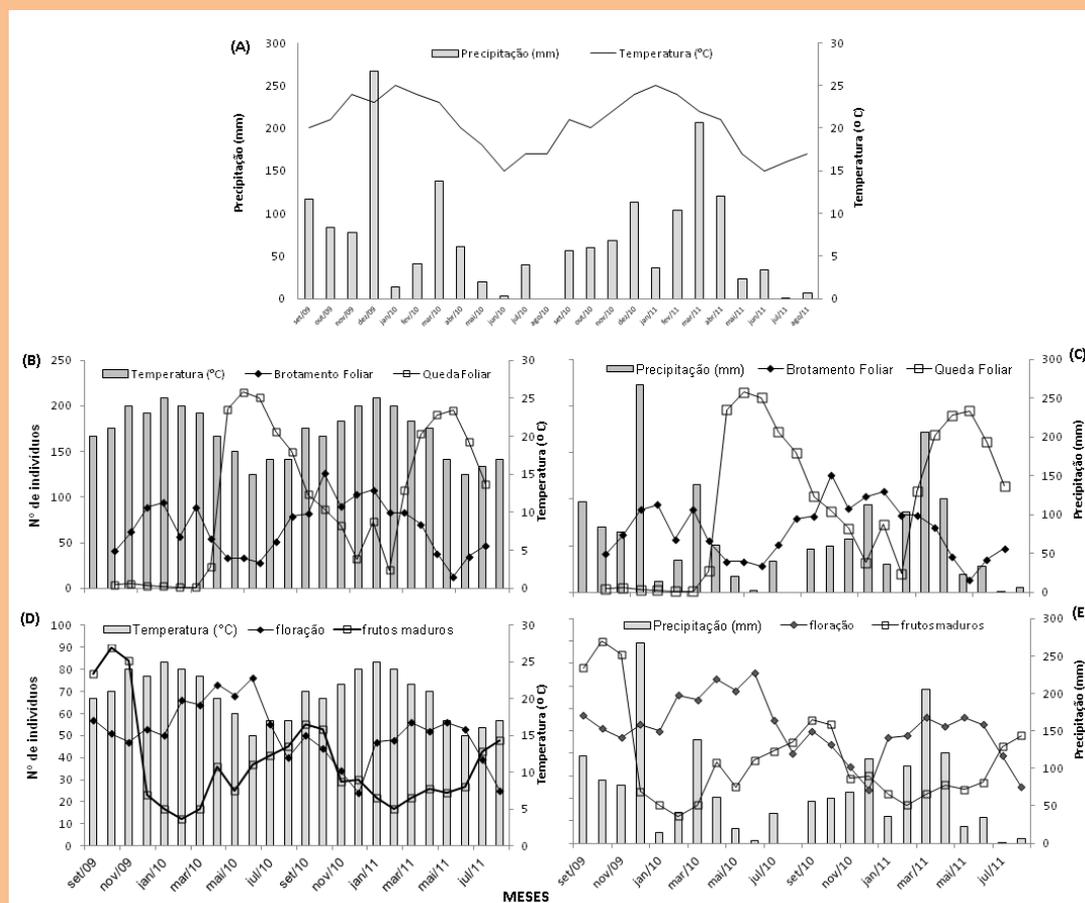


Figura 2: Clima e fenologia vegetativa e reprodutiva de espécies arbóreas do município de Taubaté-SP no período de setembro de 2009 a agosto de 2011: (A) precipitação (mm) e da temperatura (°C) média mensal; (B) número de indivíduos em brotamento e queda foliar X temperatura; (C) número de indivíduos em brotamento e queda foliar X precipitação; (D) número de indivíduos em floração e frutificação X temperatura e (E) número de indivíduos em floração e frutificação X precipitação.

Brotamento

A fenofase brotamento foliar foi mais intensa na primavera, com pico no mês de outubro de 2010 e no verão, com pico no mês de janeiro de 2011. Seu início foi observado em setembro, com o aumento da temperatura e da precipitação, estendendo-se até março (Figura 3).

A produção de folhas novas em *P. rubra* e *T. stans* foi maior na primavera de 2010. Enquanto para *C. echinata* e *B. longifolia* foi mais concentrada na

primavera e no verão e em *T. americana* em ambas as estações de 2011. Em *T. granulosa* este comportamento foi contínuo, no entanto, mais expressivo no outono de 2011. Para *H. impetiginosus* foi expressivo no inverno de 2010 e para *H. ochraceus* na primavera de ambos os anos. Foi observado que em *Ceiba speciosa*, o brotamento foi baixo durante todas as estações. O inverno foi a estação com o menor número de indivíduos desta espécie em atividade foliar (Figura 3).

Claudia Helena Vitor dos Santos e Simey Thury Vieira Fisch

Floração

A estação que apresentou o maior número de indivíduos com a presença de botões florais e flores abertas foi o outono, devido à ocorrência de maior sincronismo entre os indivíduos de mesma espécie, como foi observado em *P. rubra* e *T. granulosa*. Enquanto isso, o maior número de espécies apresentando botões florais foi observado no outono e na primavera, com pico no mês de setembro. A floração foi observada ao longo de todo o ano (Figura 4).

As espécies com botões florais e floração mais longa foram *B. longifolia*, *T. stans*, *P. rubra* e *T. granulosa*. A floração mais concentrada foi constatada em *H. impetiginosus* e *H. ochraceus*, com o início no outono para ambas as espécies. Estendeu-se até o fim do inverno para *H. impetiginosus*, com pico em junho e término no início da primavera; enquanto para *H. ochraceus* o pico foi em setembro. *Plumeria rubra* e *T. granulosa* foram as espécies mais sincrônicas e a menos foi a *C. echinata*, que apresentou somente um indivíduo florindo, dos trinta e dois avaliados, em todo o período de monitoramento. As espécies *B. longifolia*, *T. stans* e *T. granulosa* tiveram pelo menos um de seus representantes florindo durante os dois anos de estudo (Figura 4).

Frutificação

O inverno foi a estação com o maior número de indivíduos com frutos imaturos, com pico no mês de agosto. Enquanto isso, o verão foi a estação com menor número de espécies em frutificação. O maior número de indivíduos com frutos maduros foi observado na primavera de 2009 e o maior número de espécies no inverno de 2010, com pico em agosto. Na primavera de 2010 foi constatado o maior número de indivíduos com frutos senescentes, com pico no mês de outubro, e o número de espécies com pico em novembro (Figura 4). As espécies com frutificação mais longa foram *T. stans* e *T. granulosa*. A frutificação mais concentrada foi

observada em *H. impetiginosus*, com o início no inverno ou na primavera e término na primavera, e em *H. ochraceus*, com início e término na primavera. *Bauhinia longifolia*, *T. stans* e *T. granulosa* foram as espécies mais sincrônicas e a menos, foi o *C. echinata*, que apresentou somente um indivíduo com frutos em todo o período de observação (Figura 4).



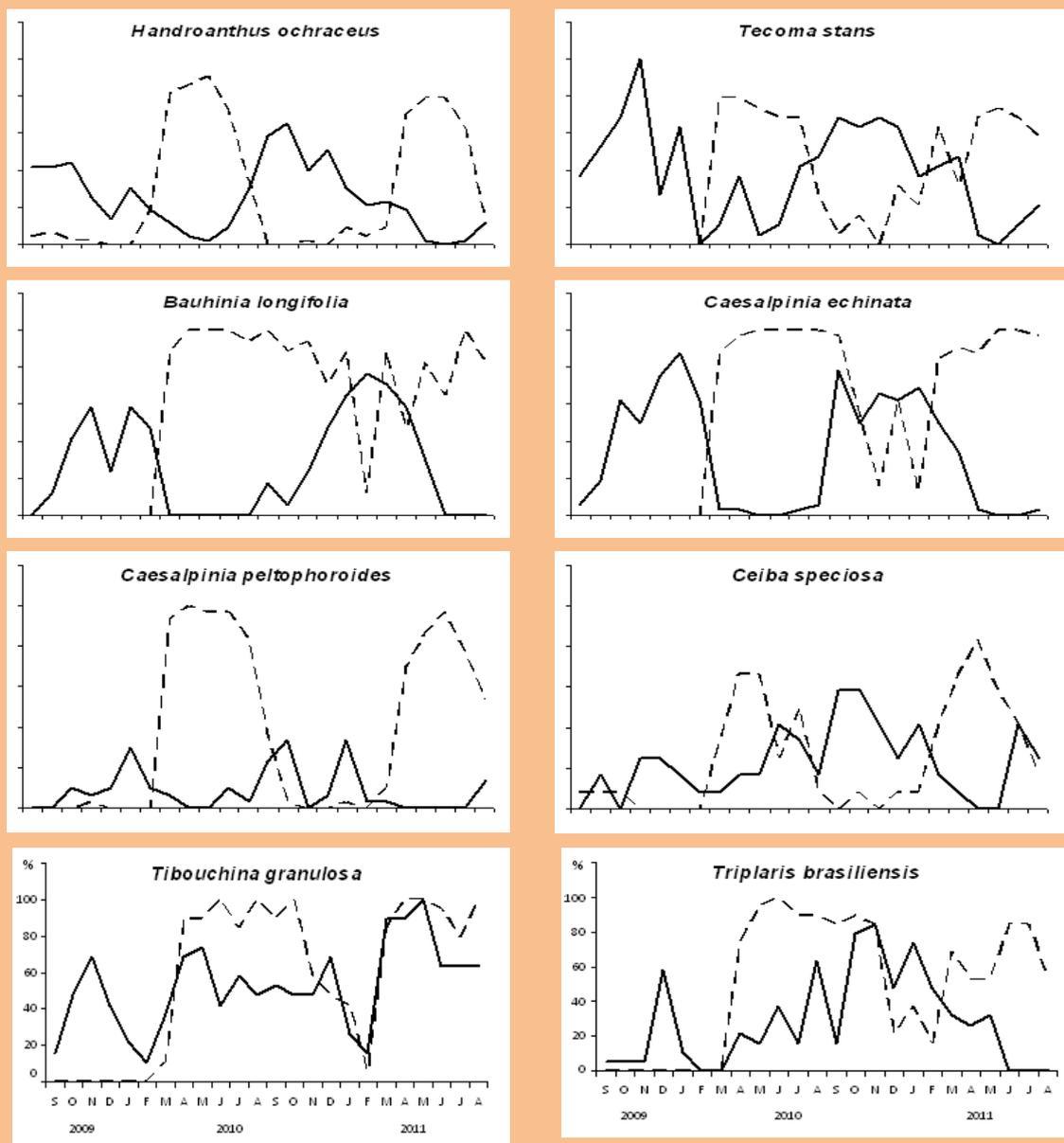
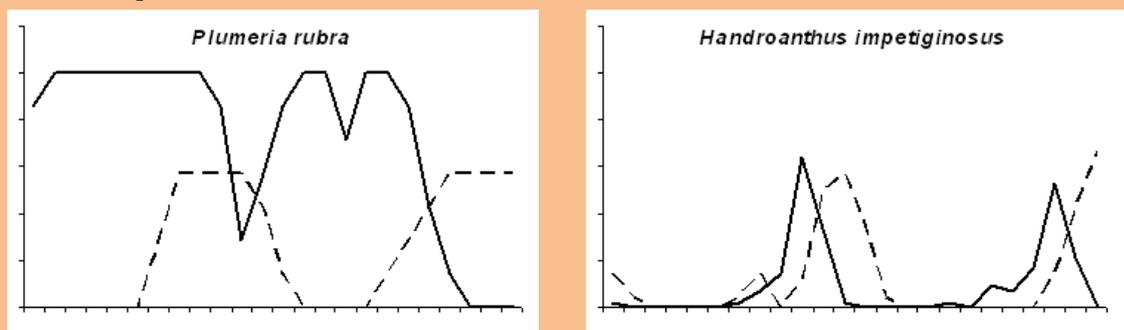


Figura 3: Caracterização geral da fenologia vegetativa das espécies arbóreas do município de Taubaté-SP (___ brotamento ----- queda foliar).



Claudia Helena Vitor dos Santos e Simey Thury Vieira Fisch

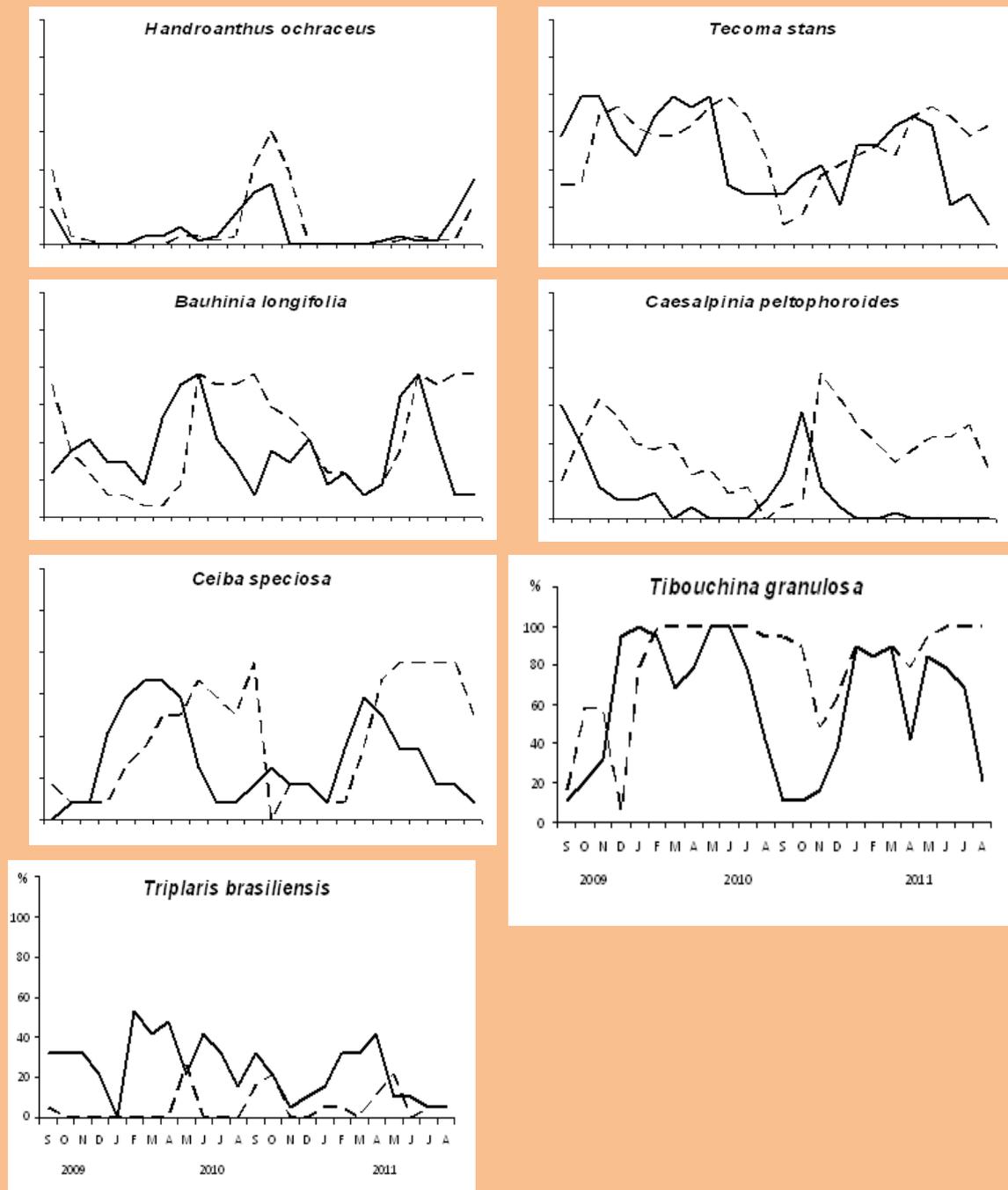


Figura 4: Caracterização geral da fenologia reprodutiva das espécies arbóreas do município de Taubaté-SP (____ floração ----- frutificação). Correlação entre variáveis ambientais e fenofases.

A fenofase queda foliar apenas não obteve correlação significativa em relação à precipitação nas espécies *H. impetiginosus*, *H. ochraceus* e *P. rubra* (Tabela 2). Já a temperatura apresentou

correlação significativa com essa fenofase em todas as espécies (Tabela 3).

A correlação entre precipitação e brotamento foi significativa apenas nas espécies *B. longifolia*, *C.*

FENOLOGIA DE ESPÉCIES ARBÓREAS...

echinata, *H. ochraceus* e *T. stans* (Tabela 2). Também foi significativa em relação à temperatura nessas espécies e em *C. peltophoroides* (Tabela 3).

Entre precipitação e botão floral a correlação foi significativa para as espécies *B. longifolia*, *C. speciosa*, *H. ochraceus*, *P. rubra* e *T. stans* (Tabela 2). Em relação à temperatura, a correlação foi significativa com essa fenofase para *C. speciosa*, *H. impetiginosus*, *H. ochraceus*, *P. rubra* e *T. stans* (Tabela 3).

Apenas a espécie *T. americana* obteve correlação significativa entre a flor aberta e a precipitação (Tabela 2). Ao considerar a temperatura e a fenofase flor aberta, a correlação foi significativa entre os indivíduos de *C. speciosa*, *H. impetiginosus*, *H. ochraceus*, *P. rubra* e *T. stans* (Tabela 3).

A correlação entre precipitação e fruto imaturo foi significativa em *B. longifolia*, *C. speciosa*, *H. impetiginosus*, *P. rubra* e *T. granulosa* (Tabela 2).

Ao considerar a temperatura apenas em *T. stans* e *T. americana* não se correlacionou significativamente. (Tabela 3). A fenofase fruto maduro apresentou correlação significativa com a precipitação apenas entre os indivíduos de *H. ochraceus* e *P. rubra*; e em relação à temperatura apenas em *C. speciosa* e *P. rubra* (Tabela 2 e 3). Algumas espécies, como *C. peltophoroides*, *C. speciosa*, *T. granulosa* e *T. americana*, apresentaram correlação significativa entre fruto senescente e precipitação (Tabela 2). A correlação com a temperatura foi significativa entre essas espécies e *H. ochraceus* (Tabela 3). Foi possível observar que, a temperatura exerceu maior influência na frutificação do que precipitação. Ao analisar, por exemplo, a correlação entre a temperatura e a fenofase fruto imaturo, observa-se que apenas duas espécies não apresentaram correlação significativa, sendo elas, *T. stans* e *T. americana*.

Tabela 2: Correlação de Spearman (r_s) entre a precipitação média mensal e as fenofases em espécies arbóreas amostradas em praças e parques de Taubaté-SP, no período de setembro de 2009 a agosto de 2011. Correlações positivas significativas ($p < 0,05$) estão destacadas em negrito.

Fenofases \ Espécies	Queda foliar	Brotamento	Botão floral	Flor aberta	Fruto imaturo	Fruto maduro	Fruto senescente
<i>Bauhinia longifolia</i>	0.0068	0.0023	0.0217	0.5442	0.0010	0.2063	0.6725
<i>Caesalpinia echinata</i>	0.0013	0.0206					
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	0.0074	0.7896	0.9510	0.1354	0.1866	0.1912	0.0001
<i>Ceiba speciosa</i>	0.0422	0.3878	0.0375	0.3809	0.0446	0.3098	0.0164
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	0.0865	0.7329	0.3760	0.1106	0.0295	0.6169	0.3074
<i>Handroanthus ochraceus</i>	0.0960	0.0199	0.0182	0.0948	0.1045	0.0072	0.4269
<i>Plumeria rubra</i>	0.2341	0.6793	0.0038	0.0654	0.0141	0.0021	0.3131
<i>Tecoma stans</i>	0.0040	0.0449	0.0037	0.0590	0.2315	0.4079	0.1355
<i>Tibouchina granulosa</i>	0.0245	0.9257	0.5893	0.2951	0.0028	0.5936	0.0216
<i>Triplaris americana</i>	0.0059	0.6064	0.7071	0.0313	0.3923	0.4235	0.0421

Tabela 3: Correlação de Spearman (r_s) entre a temperatura média mensal e as fenofases em espécies arbóreas amostradas em praças e parques de Taubaté-SP, no período de setembro de 2009 a agosto de 2011. Correlações positivas significativas ($p < 0,05$) estão destacadas em negrito.

Fenofases	Queda foliar	Brotamento	Botão floral	Flor aberta	Fruto imaturo	Fruto maduro	Fruto senescente
<i>Bauhinia longifolia</i>	0.0031	0.0001	0.2496	0.6569	0.0001	0.8759	0.1410
<i>Caesalpinia echinata</i>	0.0001	0.0001	0.7564	0.2121	0.0227	0.2801	0.0025
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	0.0003	0.8425	0.0001	0.0199	0.0018	0.0289	0.0328
<i>Ceiba speciosa</i>	0.0062	0.5872	0.0027	0.0007	0.0003	0.6901	0.0540
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	0.0006	0.0109	0.0002	0.0029	0.0005	0.2882	0.0106
<i>Handroanthus ochraceus</i>	0.0126	0.4274	0.0001	0.0003	0.0001	0.0008	0.5115
<i>Plumeria rubra</i>	0.0001	0.0050	0.0001	0.0428	0.2812	0.6402	0.0917
<i>Tecoma stans</i>	0.0001	0.1164	0.4944	0.5183	0.0093	0.0651	0.0001
<i>Tibouchina granulosa</i>	0.0001	0.5205	0.4869	0.5252	0.3671	0.0729	0.0015

Tabela 4: Correlação de Spearman (r_s) entre a precipitação e a temperatura média mensal do mês anterior a cada fenofases em espécies arbóreas amostradas em praças e parques de Taubaté-SP, no período de setembro de 2009 a agosto de 2011. Correlações positivas significativas ($p < 0,05$) estão destacadas em negrito.

Fenofases	Queda foliar	Brotamento	Botão Floral	Flor aberta	Fruto imaturo	Fruto maduro	Fruto senescente
Precipitação (mm)	0,5215	0,5037	0,7056	0,6731	0,0219	0,2910	0,1324
Temperatura (°C)	0,0138	0,0460	0,0131	0,1333	0,0001	0,0001	0,3781

DISCUSSÃO

Mudança foliar

Neste trabalho, a queda das folhas foi mais intensa no outono, estendendo-se até o final do inverno. Semelhante aos resultados obtidos por Pereira et al. (2008), para as espécies caducifólias e semicaducifólias aqui estudadas a queda foliar esteve relacionada principalmente com o período de menores índices pluviométricos e período de transição para a estação úmida.

A queda foliar está ligada, juntamente com pedaços de caules, ramos, frutos, e botões florais, à produção de serapilheira, que se acumula sobre

o solo e integra ciclagem de nutrientes (MORELLATO, 1992). No início da primavera o aumento da temperatura e a presença constante da precipitação, possivelmente, permite o aumento da disponibilidade de nutrientes no solo, por meio da decomposição da serapilheira, mesmo que em pequenas proporções, como no caso do ambiente urbano. Alguns trabalhos demonstraram que a sazonalidade de variáveis ambientais como a temperatura e a precipitação, que alteram características nutricionais e hídricas do solo, influencia a fisiologia do vegetal e pode, por

FENOLOGIA DE ESPÉCIES ARBÓREAS...



consequência, determinar os padrões fenológicos (COSTA et al., 2007; PEREIRA-SILVA et al., 2007; CARDOSO, 2009). O início das chuvas é apontado como favorável para que a maioria das espécies arbóreas se apresente em alta atividade de brotamento foliar (WILLIAMS-LINERA; MEAVE, 2002).

Nos centros urbanos das cidades da região do Vale do Paraíba no Estado de São Paulo, como no caso de Taubaté, a varrição é uma prática presente em praças e parques. Este processo mecânico impede que o ciclo natural do retorno dos nutrientes via serapilheira se complete nestes ambientes. É fundamental que o poder público, junto a seus departamentos, crie mecanismos que possibilitem manter, pelo menos em parte, esse processo natural. No caso de parques urbanos, deixar parte da serapilheira no ambiente pode significar retorno financeiro em longo prazo, uma vez que, haverá uma redução considerável da mão de obra destinada aos serviços de varrição, maior disponibilidade de nutrientes e umidade ao solo, além do controle da erosão, a qual é um fator preocupante, principalmente em áreas de encostas de morros e nas margens de rios e córregos.

Algumas espécies semicaducifólias e caducifólias são mal vistas pelos residentes da cidade, por entupirem bueiros, calhas e ralos. Enfim, se houvesse uma adequação da escolha das espécies arbóreas para os locais de plantio e um programa voltado à educação ambiental, possivelmente, conflitos de nível social e ambiental seriam reduzidos e proporcionariam um ambiente urbano mais harmonioso e equilibrado. No presente trabalho, entre as árvores semicaducifólias, *C. peltophoroides* é a espécie que atualmente mais incomoda a população taubateana, devido à elevada deposição de seus pequenos folíolos (MINHOTO et al., 2009). Por outro lado, além de

apresentarem uma floração mais exuberante e vistosa, a deciduidade de algumas espécies arbóreas pode ser vista como vantajosa, uma vez que reduzem as limitações de radiação solar para o ambiente urbano em períodos de inverno.

Floração e frutificação

É na fase reprodutiva que as espécies vegetais se encontram mais sujeitas às alterações dos elementos climáticos, o que pode determinar o futuro das próximas gerações (FISCH et al., 2000). No presente estudo, a floração apresentou maior índice de atividade nas estações de transição (outono e primavera), estações em que a temperatura mensal é mais amena, em torno de 20 °C e a precipitação moderada, por volta de 45 mm/mês. Segundo Ferraz et al. (1999), o clima pode influenciar distintamente as fenofases reprodutivas de diferentes espécies arbóreas, como no caso de árvores da Floresta Atlântica do Paraná (CARDOSO, 2009), onde o índice de maior atividade de floração foi observado no outono e no inverno.

A frutificação, no presente estudo, como observado nas análises de Cardoso (2009), apresentou-se em maior atividade no período de baixa temperatura mensal (~16 °C) e pouca precipitação (~19 mm/mês), estendendo-se até a primavera. Em seus estudos, em fragmento de Floresta Atlântica em São Paulo, Ferraz et al. (1999) constataram que a produção de frutos em algumas espécies esteve relacionada à precipitação e à temperatura. Apesar de que, nas informações obtidas por Santos (2007) também em fragmento de Floresta Atlântica em Minas Gerais, a frutificação foi a fenofase menos correlacionada com o clima, o autor sugere que a época de ocorrência desta fenofase está mais

Claudia Helena Vitor dos Santos e Simey Thury Vieira Fisch

relacionada ao período mais favorável à dispersão das sementes, de acordo com sua síndrome, do que com os fatores abióticos diretamente. Entre as espécies arbóreas aqui monitoradas seis apresentam anemocoria, cujo sucesso da dispersão é corroborado pelo inverno seco facilitar o voo dos diásporos.

Pereira et al. (2008), em seu trabalho realizado em Floresta Atlântica no Estado do Rio de Janeiro, observaram a predominância de frutos em períodos que precediam o início da estação chuvosa. Os mesmos autores também verificaram que a produção de frutos variou em função da localização da matriz, com frutificação mais intensa às margens de estradas, onde as árvores eram expostas às condições de luminosidade mais intensa, quando comparada à dos indivíduos localizados no interior da floresta. O mesmo comportamento foi observado no presente estudo, em que a produção dos frutos, precedeu o início da estação chuvosa e variou de acordo com a localização de cada indivíduo. As árvores que se encontravam em locais com maior luminosidade, nas “beiras de calçadas e ruas” e com menos competição por espaço físico apresentaram maior produção de frutos durante os dois anos de monitoramento, destacando neste caso a influência micro-ambiental na expressão da fenofase.

O predomínio da frutificação no período mais frio e seco do ano, mesmo em ambientes pouco sazonais como os tropicais, vem sendo sugerido como ação da seleção no sentido de diminuir a predação de frutos e sementes, momento de menor atividade de patógenos e predadores (TALORA; MORELATTO, 2000). Assim, as sementes estarão aptas a germinar na primavera e início do verão, período em que as condições climáticas são favoráveis ao desenvolvimento e

crescimento das plântulas, que garantirão o sucesso vegetativo e posteriormente reprodutivo das espécies.

Uma vez que a floração ocorreu ao longo das estações é essencial valorizar a rica relação que há entre os organismos num ecossistema urbano, com a disponibilidade dos recursos (néctar e pólen) que favorece a harmonia entre as espécies como um todo. Autores como Toledo (2007) e Toledo et al. (2011) consideram que a fauna urbana depende da vegetação local, que viabiliza a dinâmica de sucessão da vegetação e promovem a dispersão de sementes e a polinização, fatores fundamentais nos processos ecológicos. Siqueira et al. (2006) enfatizam a importância de uma vegetação bem estruturada para que se obtenha o equilíbrio dinâmico entre as espécies e se garanta o aumento da biodiversidade. Em pesquisas realizadas por Toledo et. al (2011), na área urbana de Taubaté, mesmo município do presente trabalho, foi revelado que a biodiversidade de aves em ambientes urbanos é definida pela abundância e diversidade de espécies arbóreas.

Outro detalhe importante é que os resultados obtidos neste trabalho deixam clara a ocorrência da sincronia entre os indivíduos na produção de flores, entre as espécies de *P. rubra* e *T. granulosa* e de frutos entre as espécies de *B. longifolia*, *T. stans* e *T. granulosa*. Para Santos (2007), essas sincronias são instrumentos importantes por gerarem uma fonte contínua de recursos a frugívoros e a polinizadores, contribuindo para a manutenção da população destes animais que fazem parte do ecossistema.

Precipitação, temperatura e as fenofases

As árvores urbanas são um elo de aproximação do homem citadino com a natureza. A facilidade de



observá-las mais constantemente permite que sejam consideradas boas bioindicadoras de mudanças no ambiente, uma vez que suas fenofases refletem as alterações do clima de um ecossistema (MORELLATO, 2008).

Diversos autores realizaram estudos especuladores com a finalidade de detectar a relação entre os elementos climáticos e a fenologia vegetativa e reprodutiva das espécies arbóreas (CAMARA et al., 1997; FERRAZ et al., 1999; TALORA; MORELLATO, 2000; FISCH et al., 2000; SANTOS, 2007; MORELLATO, 2008; PEREIRA et al., 2008; CARDOSO, 2009). No presente trabalho, constatou-se que os elementos climáticos avaliados, precipitação e temperatura, tiveram influência significativa na maioria das fenofases vegetativas e reprodutivas das espécies arbóreas estudadas.

Apesar de temperatura ter exercido maior influência nas respostas fenológicas das árvores estudadas, a precipitação também influenciou em todas as fenofases, porém com menor intensidade. O regime sazonal de precipitação e as variações de temperatura estão intimamente relacionados com os padrões reprodutivos das plantas tropicais, que por sua vez, como já citado, disponibilizam recursos à fauna, como néctar, pólen, frutos e sementes (MORELLATO, 2008).

A correlação significativa entre o clima e a fenologia das espécies arbóreas é um resultado

relevante quando se considera as condições futuras dos cenários climáticos previstos para o município de Taubaté-SP. Horikoshi e Fisch (2007), usando dados do cenário B2 do SRES/IPCC (Special Report Emissions Scenarios do IPCC - Intergovernmental Panel of Climate Change) para o intervalo de tempo 2070-2100, chegaram à conclusão, por meio de cálculo do balanço hídrico climatológico nessa região, que possivelmente ocorrerá um déficit de água (ao redor de 50 a 80 mm) e uma diminuição do excedente hídrico (próximo a 200 mm). Esses autores destacam que mesmo ocorrendo aumento da precipitação, o excedente hidrológico não será suficiente para manter os níveis de evapotranspiração em função do aumento da temperatura do ar. Estas mudanças nos padrões de precipitação e de temperatura do ar poderão ameaçar a sustentabilidade dos recursos hídricos e, portanto, comprometer a qualidade de vida social e ambiental da região.

Mudanças climáticas como estas poderão influenciar significativamente as respostas fisiológicas e morfológicas das espécies arbóreas que compõem as áreas urbanas da cidade de Taubaté e possivelmente comprometer todo o ecossistema urbano. Dessa forma, o emprego do monitoramento fenológico de árvores urbanas pode ser útil na detecção dos efeitos das alterações do clima na biota como um todo.

CONCLUSÕES

A partir da análise da caracterização de eventos fenológicos de espécies arbóreas foi possível concluir que a sazonalidade dos elementos climáticos (precipitação e temperatura) exerce influência de forma significativa sobre o comportamento fenológico, vegetativo e

reprodutivo, das árvores empregadas na arborização urbana em Taubaté.

Os resultados obtidos indicaram que os eventos fenológicos variam entre as espécies e que algumas das ocorrências frequentemente observadas estavam relacionadas ao clima da

Claudia Helena Vitor dos Santos e Simey Thury Vieira Fisch

região. A queda de folhas entre os indivíduos prevaleceu no outono, estendendo-se até o inverno, período em que ocorre a diminuição das chuvas e a queda de temperatura, e o brotamento foliar foi mais intenso na primavera, período em que ocorreu o aumento da temperatura e início das chuvas. A floração (botão floral e flor aberta) apresentou maior índice de atividade nas estações

de transição (outono e primavera), período em que a precipitação e a temperatura são mais amenas. Apesar de a frutificação ter ocorrido ao longo de todo o ano para algumas espécies, o inverno e a primavera foram as estações com o maior número de indivíduos com frutos, informação importante para atividade de colheita de sementes e produção de novas mudas.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem aos acadêmicos de Biologia da Universidade de Taubaté Kelly Fernandes pela configuração das figuras e tabelas e Tiago Pereira Ribeiro da Glória pela revisão do texto em inglês.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYRES, M.; AYRES JUNIOR, M.; AYRES, D.; SANTOS, A. BioEstat 5.0: Aplicações estatísticas nas áreas de ciências bio-médicas. **Sociedade Civil Mimirauá Belém, PA**. 2009.

BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 269-275, 2002.

CAMARA, G. M. S.; SEDIYAMA, T.; DOURADO-NETO, D.; BERNARDES, M. S. Influence of photoperiod and air temperature on the growth, flowering and maturation. **Sci. agric.**, Piracicaba, v. 54, n. Esp., p. 149-154, 1997.

CARDOSO, F. C. G. **Variações fenológicas de árvores da Floresta Atlântica, em diferentes condições de solo**. Curitiba, 2009. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

COSTA, R. F.; SILVA, V. P. R.; RUIVO, M. L. P.; MEIR, P.; COSTA, A. C. L.; MALHI, Y. S. Transpiração em espécie de grande porte na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 180-189, 2007.

FERRAZ, D. K.; ARTES, R.; MANTOVANI, W.; MAGALHÃES, L. M. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 59, n. 2, p. 305-317, 1999.

FISCH, G. Distribuição da precipitação em Taubaté, Vale do Paraíba (SP). **Revista Biociência**, Taubaté, v. 5, n. 2, p. 7-11, 1999.

FISCH, S. T. V.; NOGUEIRA JR, L. R.; MANTOVANI, W. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. Na Mata Atlântica (Reserva Ecológica do Trabiçu, Pindamonhangaba-SP). **Revista Biociência**, Taubaté, v. 6, n. 2, p. 31-37, 2000.

FENOLOGIA DE ESPÉCIES ARBÓREAS...



GRUBB, P.J. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. **Biological Reviews**, Cambridge, v.52, n.1, p. 107-145, 1977.

HORIKOSHI, A. S.; FISCH, G. Balanço hídrico atual e simulações para cenários climáticos futuros no Município de Taubaté, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 2, n. 2, p. 33-46, 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2009. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 26 out. 2009.

JOCHNER, S.; ALVES-EIGENHEER, M. A.; MENZEL, A.; MORELLATO, L. P. C. Using phenology to assess urban heat islands in tropical and temperate regions. **Int. J. Climatol. Online first**. DOI: 10.1002/joc.3651, 2013.

LINDENMAIER, D. S.; SANTOS, N. O. Arborização urbana das praças de Cachoeira do Sul, RS-Brasil: fitogeografia, diversidade e índice de áreas verdes. **Instituto Anchieta de Pesquisas**, São Leopoldo, v. 59, p. 307-320, 2008.

MINHOTO, E. S.; MONTEIRO, E. A.; FISCH, S. T. V. Arborização viária na cidade de Taubaté, SP: no centro comercial histórico e um bairro residencial moderno. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 4, n. 2, p. 82-96, 2009.

MORELLATO, L. P. C. Fenologia de plantas e os efeitos das mudanças climáticas. In: BUCKERIDGE, M. S. **Biologia & Mudanças Climáticas no Brasil**. São Carlos: RiMa, 2008, p. 181-191.

MORELLATO, L. P. C. Sazonalidade e dinâmica de ecossistemas florestais na Serra do Japi. In: MORELLATO, L. P. C.(org.) **História Natural da Serra do Japi – Ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil**. Campinas-SP, UNICAMP/FAPESP, 1992, p. 98-109.

PEREIRA, T. S.; COSTA, M. L. M. N.; MORAES, L. F. D.; LUCHIARI, C. Fenologia de espécies arbóreas em Floresta Atlântica da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia Ser. Bot.**, Porto Alegre, v. 63, n. 2, p. 329-339. 2008.

PEREIRA-SILVA, E. F. L.; JOLY, C. A.; AIDAR, M. P. M. Relações entre precipitação, pulso de nitrogênio no solo e o transporte e uso do nitrato por espécies arbóreas de floresta ombrófila densa submontana, Parque Estadual de Carlos Botelho, SP. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 23 a 28 de set. 2007, Caxambu. **Anais...Minas Gerais [s.n.]**, 2007. p. 01- 02.

PRADO, J. B. **Taubaté: cidade educação, cultura e ciência**. São Paulo: Noovha América, 2005. p. 8.

ROCHA, R. T.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA-NETO, S. N. Arborização de vias públicas em Nova Iguaçu, RJ: o caso dos bairros Rancho Novo e centro, **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 599-607, 2004.

SANTOS, F. R. C. **Fenologia de espécies arbóreas do dossel e sub-dossel em um fragmento de mata atlântica semi-decídua em Caratinga, Minas Gerais, Brasil**. Belo Horizonte, 2007. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

Claudia Helena Vitor dos Santos e Simey Thury Vieira Fisch

SIQUEIRA, A. S.; ARAÚJO, G. M.; SCHIAVINI, I. Caracterização florística da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Fazenda Carneiro, Lagamar, MG, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 6, n. 3. 2006.

SOUZA, R. C.; CINTRA, D. P. Arborização viária e conflitos com equipamentos urbanos no bairro da Taquara, RJ. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 45-51, 2007.

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

TOLEDO, M. C. B. **Análise das áreas verdes urbanas em diferentes escalas visando a conservação da avifauna**. Botucatu, 2007. 149 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Área de Zoologia - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

TOLEDO, M. C. B.; DONATELLI, R. J.; BATISTA, G. T. Relation between green spaces and bird community structure in an urban area in Southeast Brazil. **Urban Ecosyst**, DOI 10.1007/s11252-011-0195-2, 2011. Submetido a aprovação.

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

