

# Fenologia da *Koelreuteria bipinnata* Franch. em área urbana de São Gabriel – RS

## *Phenology of the Koelreuteria bipinnata Franch. in the urban area of São Gabriel – RS*

Italo Filippi Teixeira<sup>1</sup>

Matheus Estauber da Silva Borin<sup>2</sup>

Francisco de Marques de Figueiredo<sup>3</sup>

Paola Fernandes Pereira<sup>4</sup>

### Resumo

Este trabalho objetivou caracterizar os padrões fenológicos da *Koelreuteria bipinnata* Franch (Árvore-da-china) presente no meio urbano de São Gabriel-RS e relacioná-los as variáveis climáticas temperatura máxima, mínima e média, precipitação e fotoperíodo médio. Foi desenvolvido um estudo fenológico em três áreas, denominadas sítios, do perímetro urbano do município e foram avaliados quinzenalmente 48 exemplares no período entre abril/2015 até março/2016. Os resultados demonstraram que as mudanças foliares ocorreram em todo o período de estudo, a floração começou durante verão, com surgimento dos botões florais no fim de fevereiro, estendendo-se até setembro, os frutos verdes presentes no início de abril culminando a sua maturação e queda em fins de outubro e as sementes verdes em março, ficando maduras em maio e dispersão até agosto. Observou-se uma maior interação das fenofases com as variáveis temperatura média e fotoperíodo e menor com a precipitação.

**Palavras-chave:** Árvore-da-china; fenofase; fotoperíodo; precipitação; temperatura.

### Abstract

This paper aimed to characterize the phenological patterns of *Koelreuteria bipinnata* Franch (Tree-of-china) present at the urban environment of São Gabriel-RS and relate them to climatic variables such as maximum, minimum and average temperature, precipitation and average photoperiod. A phenological study was developed in three areas of the urban perimeter of the municipality and 48 samples from April/2015 to March/2016 have been assessed biweekly. The results demonstrated that the leaf changes have occurred throughout the period of study; flowering began during the summer, and the onset of floral buds occurred in the end of February, extending up to September; the green fruit began to emerge in early April culminating his maturation and fall at

---

1 Doutor em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); Professor da Universidade Federal do Pampa - Campus São Gabriel (UNIPAMPA), Av. Antonio Trilha, 1847, Centro, São Gabriel - RS, CEP 97300-162; E-mail: italo.filippi@gmail.com

2 Graduando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Pampa - Campus São Gabriel (UNIPAMPA), Av. Antonio Trilha, 1847, Centro, São Gabriel - RS, CEP 97300-162. E-mail: matheusborin10@gmail.com

3 Graduando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Pampa - Campus São Gabriel (UNIPAMPA), Av. Antonio Trilha, 1847, Centro, São Gabriel - RS, CEP 97300-162. E-mail: fdemarquesdefigueiredo@gmail.com

4 E-mail: lola\_fernandesx3@hotmail.com

Recebido para publicação em 15/09/2016 e aceito em 24/05/2021

the end of October; and the seeds began to emerge in March, becoming mature in May and dispersing until August. A better interaction of phenophases was observed with the variables average temperature and photoperiod, and a smaller interaction with precipitation.

**Keywords:** Tree-of-china; phenophase; photoperiod; precipitation; temperature.

## Introdução

A arborização urbana está inserida num ambiente diferenciado e pouco se sabe sobre o comportamento das espécies nesse meio. As diferentes condições de desenvolvimento proporcionadas às espécies arbóreas dentro dos núcleos urbanos - impermeabilização, sombreamento, compactação do solo, alteração climática e ação predatória, dentre várias outras - são hostis ao seu crescimento (FEIBER, 2005; ZAMPRONI et al., 2014) e conforme Biondi e Althaus (2005), muitas vezes a espécie introduzida assume um comportamento que foge dos padrões esperados, observado no meio natural.

Essa arborização urbana favorece a vida do ser humano na cidade sob uma série de aspectos dos quais, pode-se citar: melhoria do microclima, redução da velocidade do vento, abrigo da fauna silvestre urbana, amortecedor e controle de ruídos, bem-estar psicológico pela presença de verde natural, sombra para os veículos motorizados, sombra para os pedestres, sombreamento para as ciclovias, canteiro para absorção de água de chuva diminuindo a impermeabilização do solo (CRESTANA, 2007; CROCE, 2010).

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; SANTOS; FISCH, 2013) e quanto mais o processo de urbanização respeitar os limites naturais do meio e torná-lo organizado, mais eficiente é o planejamento da arborização urbana (BIONDI; ALTHAUS, 2005; MARTINI et al., 2014).

Dentre as variáveis que compõe esse planejamento, está o estudo da fenologia que é o estudo dos aspectos biológicos que se sucedem no desenvolvimento de uma espécie, acomodados dentro de certo ritmo periódico como brotação, floração e maturação de frutos (LONGHI, 1984; BRUN et al., 2007). Na sua forma mais simples, segundo Forrest e Miller-Rushing (2010), a fenologia nada mais é do que a dimensão temporal da história natural, ou seja, os eventos da vida regidos pelo tempo, uma vez que busca compreender e incorporar as fases de reprodução, crescimento e senescência, associando às condições ambientais e evolutivas.

As observações fenológicas são importantes para obtenção das informações referentes ao comportamento dos indivíduos, mas conforme Palioto et al. (2007), a fenologia de muitas espécies cultivadas fora de sua área natural é pouco conhecida, principalmente por viverem sob algum nível de estresse fisiológico, indicando a presença ou ausência de regularidade no mesmo e, nesse último caso, ser base para o planejamento de ações silviculturais que permitam uma melhor adaptação das espécies ao ambiente urbano (BRUN et al, 2007).

Entre os diferentes fatores que condicionam os padrões fenológicos das espécies vegetais, a sazonalidade climática provavelmente seja o mais importante. Além do clima regional, as plantas estão sujeitas às variações ambientais locais que podem ter influência no comportamento fenológico (MARQUES; OLIVEIRA, 2004; PALIOTO et al., 2007, REBELATTO et al., 2013, MORELLATO, 2007). Dessa forma, a fenologia passou a ser usada como uma importante

ferramenta para o acompanhamento das mudanças climáticas, bem como um modelo para prever futuras alterações ambientais (CLELAND et al., 2007; MILANI, 2003).

POST et al. (2008) comentam o papel da fenologia, como fator para explicar a dinâmica dos ambientes e não apenas responder às suas relações com variáveis climáticas. Essa nova visão contribuiu para o conhecimento individual das plantas e sua interação com a comunidade, a população e a paisagem. Isto é corroborado por Larcher (2006), ao afirmar que a organização das datas fenológicas proporciona informações ecológicas importantes sobre a duração média das diferentes fenofases das distintas espécies em uma área, sobre o local e sobre as diferenças determinadas pelo clima nas datas de início dessas fases.

Embora essas tendências reflitam a sensibilidade das fenofases a fatores ambientais, é preciso considerar os fatores genéticos e evolutivos que também regulam o tempo das fenofases, e que os padrões que vemos na natureza são, em grande parte, o resultado da interação entre o ambiente e os fatores genéticos. Entendendo essas interações, é possível verificar se as mudanças observadas tendem a serem respostas adaptativas a essas novas condições (HAGGERTY; MAZER, 2008).

Dentre as espécies utilizadas na arborização de ruas, com alto potencial de adaptação às condições climáticas e ambientais, está a *Koelreuteria bipinnata* Franch. (Árvore-da-china), uma árvore caducifólia de médio porte (10-12 m), pertence à família Sapindaceae, nativa do sudoeste da China (LUO et al., 2015). Segundo Lorenzi et al. (2003), é uma árvore de beleza notável, adequada para composição de parques e utilizada na arborização de ruas. Destaca-se pelo efeito decorativo, tanto em flor como em frutificação. No outono, em regiões frias, sua folhagem adquire coloração amarelada. Apresenta grande rusticidade e aprecia o frio, contudo tolera o clima subtropical. Sua multiplicação é por sementes e torna-se espontânea nos arredores das plantas que frutificam.

Isto posto, este trabalho teve como objetivo caracterizar os padrões fenológicos da *Koelreuteria bipinnata* Franch presente em 3 sítios no meio urbano do município de São Gabriel-RS, e relacioná-los as variáveis climáticas temperatura máxima, mínima e média (°C), precipitação (mm) e fotoperíodo médio (h).

## Metodologia

As áreas de estudo estão localizadas no perímetro urbano do município de São Gabriel, situado na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, às margens da BR 290.

De acordo com Alvares et al. (2014), o clima de São Gabriel-RS (latitude -30,336 e longitude -54,32) é subtropical "Cfa" e apresenta a temperatura média do mês mais quente superior a 24 °C, e a do mês mais frio oscila entre - 3 °C e 14 °C.26° C. As precipitações são distribuídas regularmente ao longo do ano com chuvas torrenciais nos meses de verão, sendo a precipitação média anual relativamente alta, com valores da ordem de 1300 mm e ventos dominantes sopram no sentido SE-NO. (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO GABRIEL, 2015).

Foi realizado um censo dos exemplares de *Koelreuteria bipinnata* Franch. existentes nestas 3 áreas denominadas de sítios 1, 2 e 3 (Figura 1). Elas apresentam diferentes idades de implantação, segundo informações verbais: sítios 1 com 42 anos, 2 com 31 anos ambos na região central do município e o 3 com 7 anos, encontrado na periferia da cidade. Essa divisão se tornou necessária para uma melhor localização e controle dos exemplares. O censo demonstrou a existência de 48 exemplares que foram monitorados quinzenalmente durante um ano, começando em abril de 2015 até março de 2016.

**Figura 1 - A. - Localização do município de São Gabriel, RS, do global ao local; B. – Localização dos sítios na área urbana do município. Fonte: IBGE (2010) e Google Earth adaptado (2015).**



A coleta de dados foi realizada utilizando-se um formulário constando as fenofases e suas subdivisões, conforme Fournier (1974):

1. Floração:

- 1.1 - Presença de botões florais – Pbf;
- 1.2 - Árvore totalmente florida – Atf;
- 1.3 - Árvore com floração adiantada – Afa;
- 1.4 - Floração terminando – Fter;
- 1.5 - Floração concluída – Fc;

2. Frutificação:

- 2.1 - Presença de frutos novos – Pfn;
- 2.2 - Presença de frutos maduros – Pfm;
- 2.3 - Frutos Maduros caindo – Fmc;

3. Sementes:

- 3.1. Presença de sementes verdes – Sv;
- 3.2. Presença de sementes maduras – Sm;
- 3.3. Sementes em dispersão - Sd;

4. Mudança foliar:

- 4.1 - Poucas folhas – Apf;
- 4.2 - Árvore desfolhada – Ad;
- 4.3 - Aparecimento das folhas novas – Afn;
- 4.4 - Folhas em sua maioria novas – Fmn;
- 4.5 - Folhas totalmente novas – Ftn;
- 4.6 - Copa completa – Cc;
- 4.7 - Copa completa de folhas velhas - Ccfv.

As fenofases dos exemplares foram correlacionadas com dados meteorológicos obtidos em sites especializados, inclusive contendo dados referentes à Estação Meteorológica de São Gabriel. Esses dados, obtidos e processados quinzenalmente, foram: temperatura máxima, mínima e média (°C), precipitação (mm) e fotoperíodo médio (h).

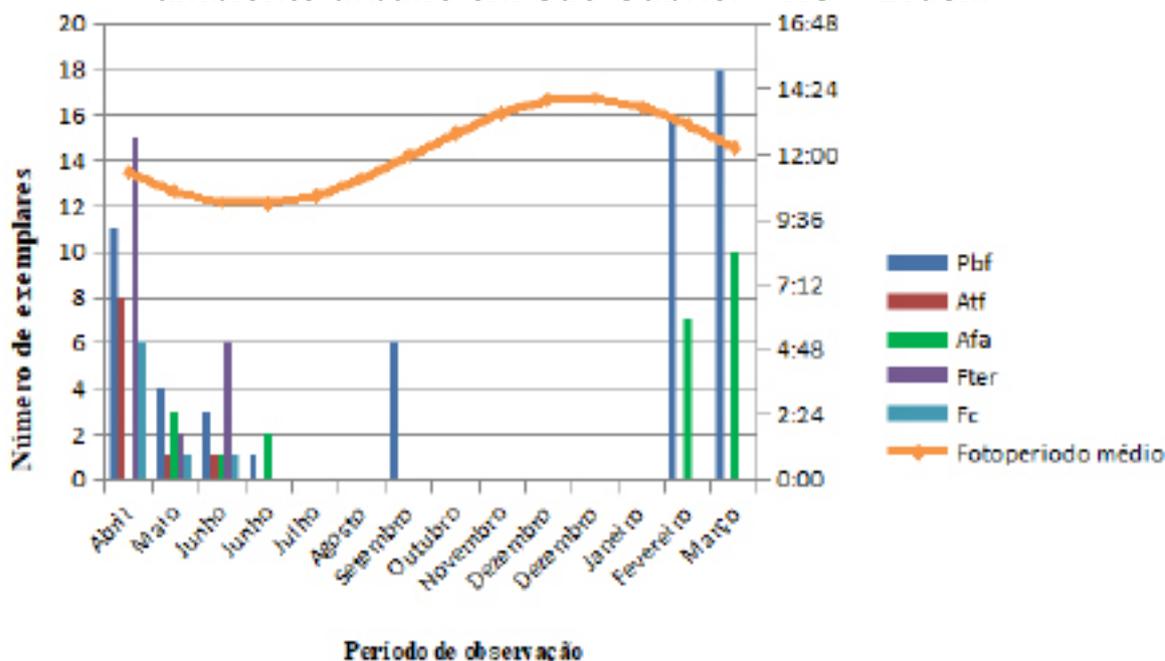
## Resultados e discussão

Foram analisadas as variáveis temperaturas média máxima e mínima (°C), precipitação total (mm) e fotoperíodo médio (h) e relacionadas com as fenofases da espécie estudada.

Em relação à floração, é possível observar que durante as quatro estações o fotoperíodo variou entre 11h à 14h de duração. Durante o período de estudo, quando o fotoperíodo apresentou maior duração (no caso acima de 13h) e nas estações inverno, primavera, e início do verão, não houve desenvolvimento significativo da floração.

Entretanto, de fevereiro até junho, foi possível identificar a presença de botões florais e árvores com floração adiantada, período que apresentou um fotoperíodo com duração menor de 13h. Com isso, é possível dizer que existe uma relação entre o fotoperíodo e o desenvolvimento da floração da espécie, sendo a menor duração do fotoperíodo um fator determinante na produção de botões florais (Figura 2).

**Figura 2 - Comportamento do fotoperíodo sobre a floração de *Koelreuteria bipinnata* Franch. localizadas em 3 sítios do ambiente urbano em São Gabriel – RS – Brasil.**



Pbf - Presença de botões florais; Atf - Árvore totalmente florida; Afa - Árvore com floração adiantada; Fter - Floração terminando; Fc - Floração concluída;

Fonte: os Autores (2016)

Segundo Larcher (2006), o início e a duração das distintas fases de desenvolvimento da planta variam de ano para ano, dependendo das condições climáticas.

A variação de cerca de 3,5 horas no comprimento do dia no Rio Grande do Sul, associada às alterações diretas na temperatura, pode definitivamente desencadear respostas fisiológicas previsíveis em diversas espécies (MARQUES; OLIVEIRA, 2004; MARCHIORETTO et al., 2007)

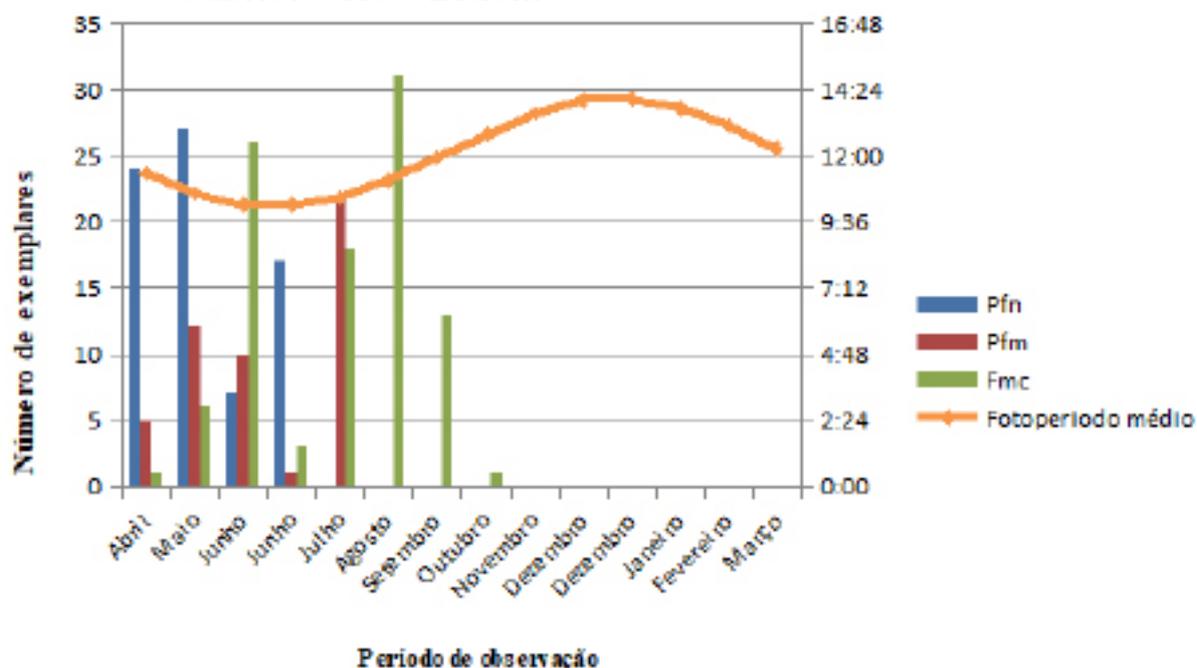
Zamproni et al. (2013), em um trabalho com a espécie *Tipuana tipu*, em Curitiba-PR, observaram que o seu período de floração coincide com os meses de maiores valores de fotoperíodo.

Já os mesmos autores realizando um estudo fenológico de *Bauhinia variegata* em 2014 observaram que o início da floração, com a produção de botões florais, coincide com o período de menor fotoperíodo e maior precipitação e umidade relativa, caracterizado por um período em que as médias de temperatura foram inferiores a 15 °C.

Meyer et al. (2012) observaram em Santa Maria – RS, na fenologia da Sibipiruna (*Poincianella pluviosa*), que a insolação apresenta influência positiva de forma direta sobre a ocorrência de brotação e folhas novas, isso ocorre porque os estímulos hormonais para a quebra de dormência das gemas, ocorre muito em função do aumento da quantidade de horas de sol.

A influência do fotoperíodo sobre a frutificação da *Koelreuteria bipinnata* Franch ficou perceptível quando se observou que o desenvolvimento dos frutos ocorreu no mesmo período da floração, sendo esse período o que tem menor duração do fotoperíodo. Com isso, é possível observar uma relação entre a menor duração do fotoperíodo e o desenvolvimento dos frutos da espécie. (Figura 3).

**Figura 3 - Comportamento do fotoperíodo sobre a frutificação de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel – RS - Brasil.**



Pfn - Presença de frutos novos; Pfm - Presença de frutos maduros; Fmc - Frutos maduros caindo;

Fonte: os Autores (2016)

Esse processo também foi observado por Palioto et al. (2007) ao estudarem *Sapindus saponaria* em Maringá-PR, onde ela floresceu apenas em maio, início da estação fria e o amadurecimento dos frutos iniciou em agosto e foram observados até setembro.

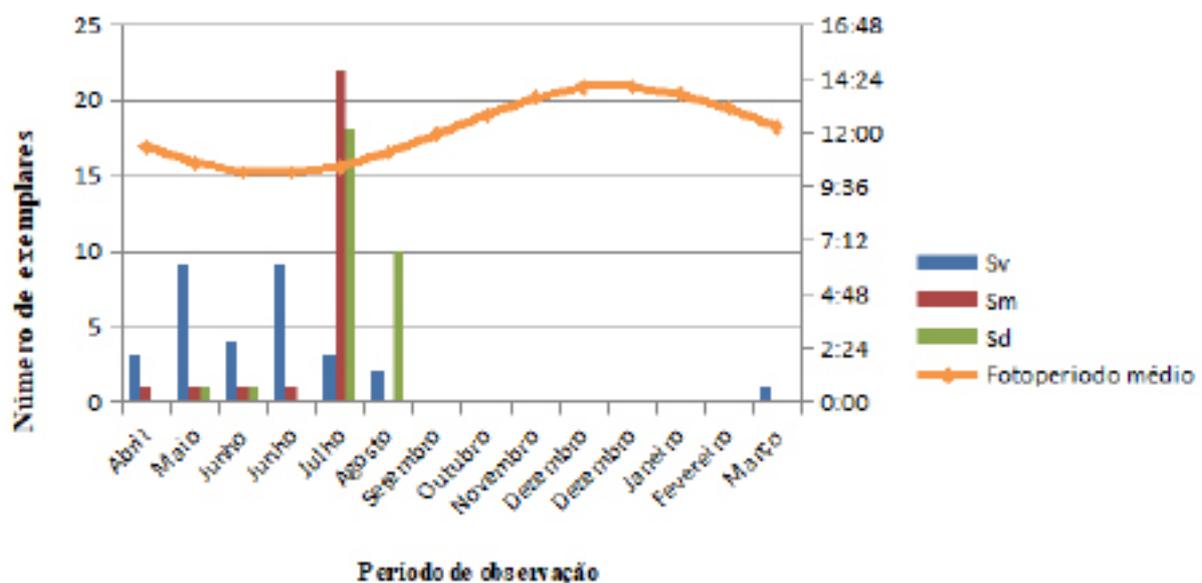
Segundo Bauer et al. (2014), em um estudo fenológico na Floresta Semidecídua, na cidade de Novo Hamburgo - RS, o surgimento de frutos na *Ocotea pulchella* apresentou relação positiva às variáveis comprimento do dia e temperatura.

Analisando a fenologia da Sibipiruna (*Poincianella pluviosa*), Meyer et al. (2012), observaram que existe uma correlação significativa da insolação com a presença de frutos maduros

na copa e a sua dispersão, mostrando que a temperatura elevada nos primeiros meses do ano é fator altamente associado à formação dos frutos novos oriundos das flores da primavera anterior e que a maturação dos frutos e sua posterior dispersão, que ocorrem no inverno, estão associados às baixas temperaturas do período, sendo também correspondente a correlação negativa com a insolação (menor quantidade de horas de sol no inverno).

Entre o período de abril e agosto ocorreram os maiores valores de sementes verdes e maduras respectivamente, sendo também o período em que a duração do fotoperíodo foi menor. Com isso, é possível dizer que existe uma relação entre a menor duração do fotoperíodo e o desenvolvimento das sementes da espécie (Figura 4).

**Figura 4 - Comportamento do fotoperíodo sobre as sementes de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel – RS - Brasil.**



Sv - Presença de sementes verdes; Sm - Presença de sementes maduras; Sd - Sementes em dispersão;

Fonte: os Autores (2016)

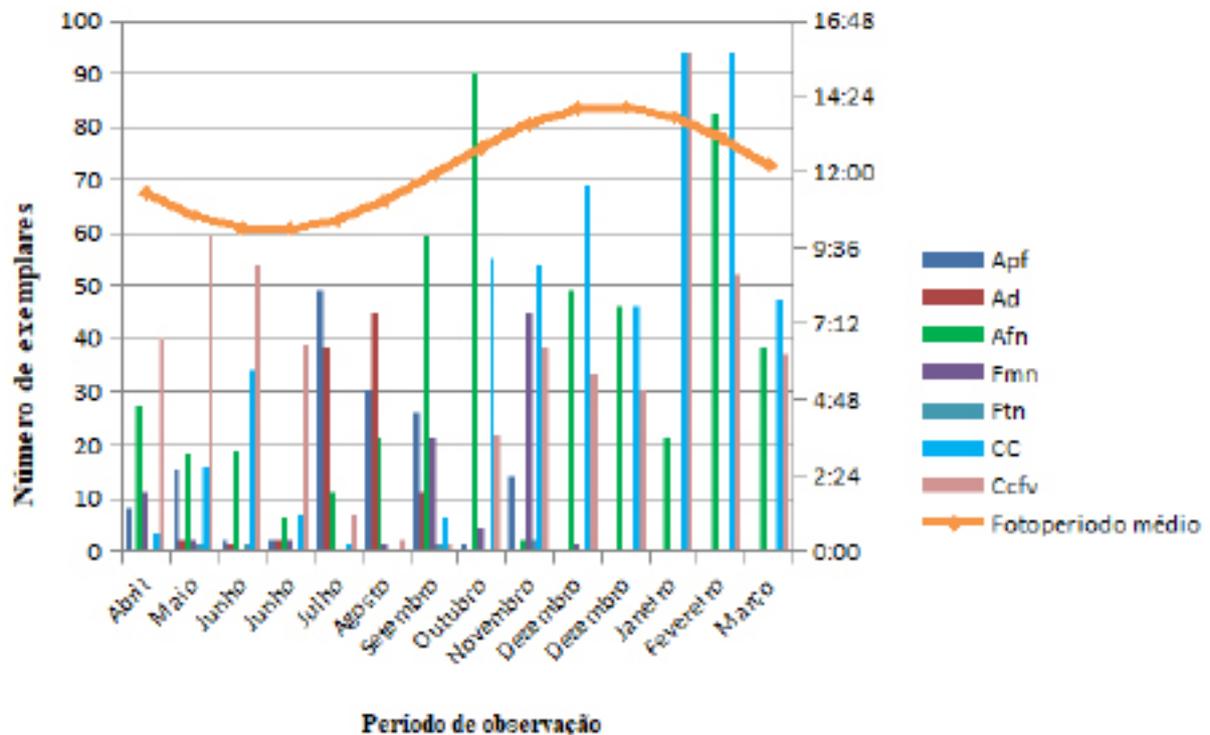
De acordo com Castro et al. (2005), além do florescimento, o fotoperíodo interfere durante toda a vida da planta em uma série de processos fisiológicos como a própria germinação de algumas sementes que podem receber a influência do fotoperíodo ao qual estava submetida a planta mãe. Algumas sementes maduras também podem sofrer a influência do fotoperíodo, havendo, com relação à germinação, tanto sementes de dias curtos como de dias longos.

Zamproni et al. (2014), em um estudo da fenologia de *Bauhinia variegata*, em Curitiba-PR, observaram que o início da dispersão das sementes coincide com o período de maiores temperaturas e fotoperíodo.

Na mudança foliar, observaram-se diferenças em dois períodos: entre abril e setembro - diminuição da duração do fotoperíodo e as árvores começavam a perder folhas e diminuir seu preenchimento de copa; entre outubro e março - aumento na duração do fotoperíodo e as árvores começaram a preencher sua copa com a produção de folhas novas. Nesses dois períodos, pode se dizer que houve uma influência do fotoperíodo, sendo assim, a maior duração do mesmo um

fator determinante para a produção de folhas novas, e a menor duração um fator determinante para queda das folhas. (Figura 5).

**Figura 5 - Comportamento do fotoperíodo sobre a mudança foliar de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel – RS - Brasil.**



Apf - Poucas folhas; Ad - Árvore desfolhada; Afn - Aparecimento das folhas novas; Fmn - Folhas em sua maioria novas; Ftn - Folhas totalmente novas; Cc - Copa completa; Ccfv - Copa completa de folhas velhas.

Fonte: os Autores (2016)

Em um estudo com algumas espécies empregadas na arborização urbana em Santa Maria-RS, Brun et al. (2005) verificaram que a brotação no *Handroanthus chrysotrichus* (Ipê-amarelo) não ocorre durante o período de menor insolação, pois esse fator está associado à inibição da ação dos hormônios responsáveis pela formação de tecidos foliares e consequentemente à inibição total da formação dos brotos nesse período, sendo esse o fator responsável pela baixa intensidade de folhas novas.

Martini et al. (2010), com o trabalho sobre a fenologia de *Ocotea puberula*, verificaram que a queda foliar esteve associada ao período de menores temperaturas e fotoperíodo mais curto, sendo a época com menor umidade e precipitação.

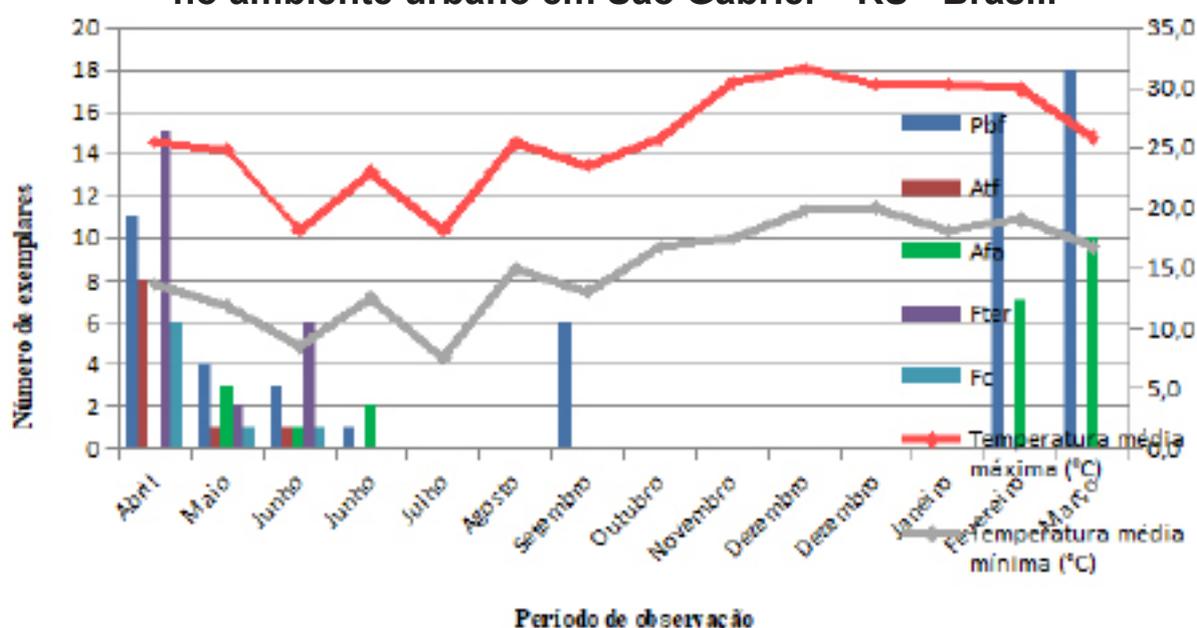
O fotoperíodo funciona, portanto, como um sinal que adverte as plantas, no outono, da aproximação do inverno, e isso as estimulam a se prepararem para o clima desfavorável que enfrentarão a seguir (CASTRO et al., 2005).

Majerowicz et al. (2003) comentam que a luz é um recurso ambiental crítico para as plantas, e elas, sendo organismos sésseis, desenvolveram a capacidade de monitorar as mudanças ambientais e de ajustar o seu metabolismo e o seu desenvolvimento ao ambiente em contínua modificação.

O período escuro (noite) é fundamental para o controle quantitativo do florescimento, colaborando com os estudos realizados por Bleasdale (1977), em que ele afirma que é no período escuro (noite) que ocorre a transformação lenta de fitocromo ativo em inativo. Segundo Pedroso et al. (2007), para as plantas de dias curtos florescerem, as noites têm que ser suficientemente longas para a maior quantidade possível de fitocromo ativo se transformar em inativo, pois as plantas de dias curtos só florescem quando o teor de fitocromo inativo for elevado no início do dia, portanto, a fonte de luz artificial quebra o efeito da noite, impedindo a transformação de fitocromo ativo em inativo.

Na figura 6, o desenvolvimento da floração ocorreu no período do qual a temperatura esteve entre 15 °C a 30 °C, não ocorrendo floração em temperaturas acima de 30 °C, com isso, é possível observar uma relação entre a floração e as temperaturas não tão elevadas.

**Figura 6 - Comportamento das temperaturas médias máximas e mínimas sobre a floração de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel – RS - Brasil.**



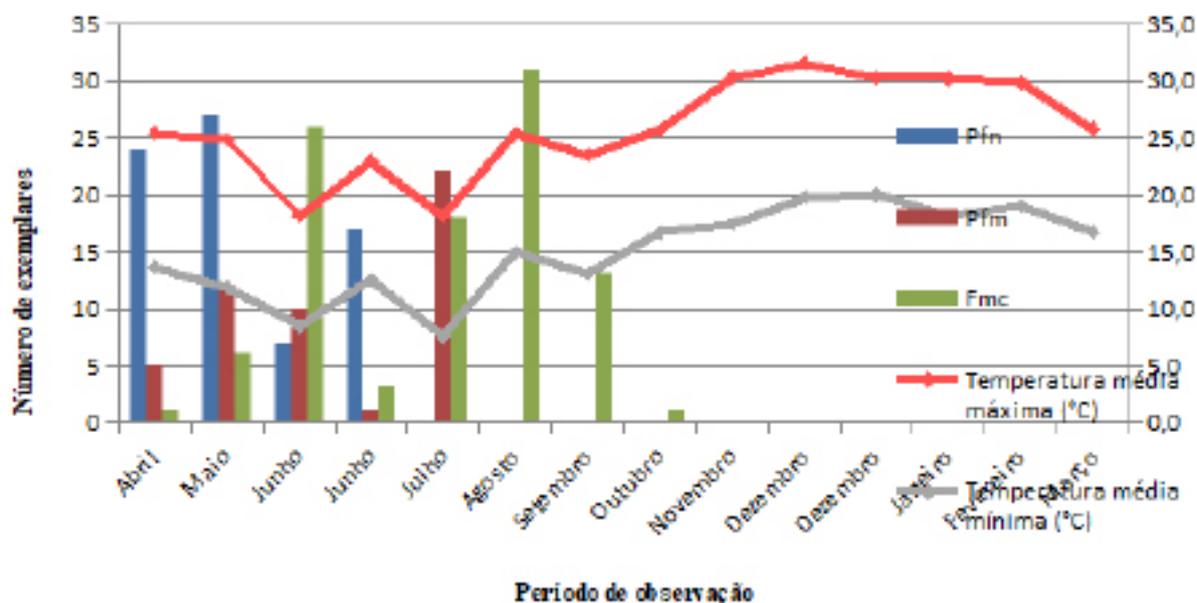
Pbf - Presença de botões florais; Atf - Árvore totalmente florida; Afa - Árvore com floração adiantada; Fter - Floração terminando; Fc - Floração concluída;

Fonte: os Autores (2016)

Santos e Fisch (2013), em um trabalho fenológico com espécies arbóreas em região urbana de São Paulo - SP, observaram que 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. Corroborando os autores acima Palioto et al. (2007), ao avaliarem exemplares de *Androanthus chrysotrichus* ocorrentes na arborização do campus da Universidade Estadual de Maringá - PR, também detectaram que a floração iniciava na estação fria e seca (julho) e de menor fotoperíodo, estendendo-se até setembro.

Na figura 7, é possível observar que os frutos começaram a surgir e a se desenvolver no período em que a temperatura era mais amena, entre 20 °C a 25 °C. Novamente, temperaturas altas estão associadas negativamente à produção de frutos.

**Figura 7 - Comportamento das temperaturas médias máximas e mínimas sobre a frutificação de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel – RS - Brasil.**



Pfn - Presença de frutos novos; Pfm - Presença de frutos maduros; Fmc - Frutos maduros caindo;

Fonte: os Autores (2016)

Kozłowski (1985) afirma que a época de formação de flores das árvores em qualquer espécie é controlada pela temperatura. Esta é responsável também pela regulação da produção de sementes e frutos, iniciação floral, dormência dos botões, abertura de flores e abertura e crescimento dos frutos.

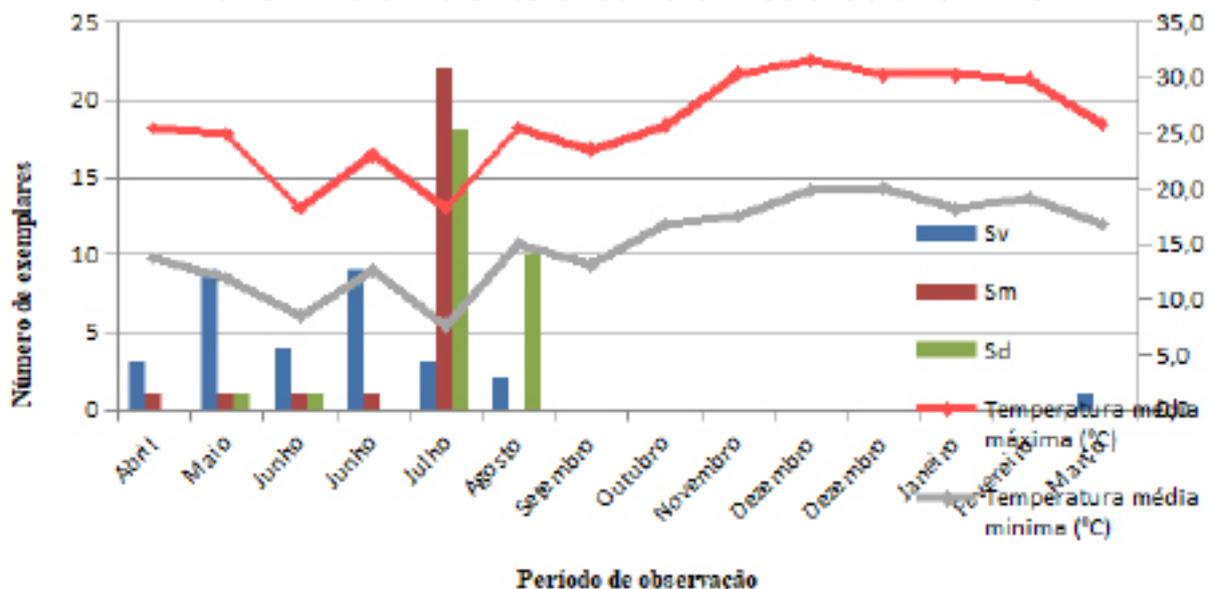
Na figura 8, a ocorrência das sementes está associada à temperaturas entre 20 °C a 25 °C. A produção de sementes em temperaturas mais altas (acima de 30 °C) não ocorreu, sendo a temperatura alta um fator limitante para o desenvolvimento das sementes.

Meyer et al. (2012), verificou na fenologia da Sibipiruna (*Poincianella pluviosa*) na arborização em Santa Maria - RS, que a temperatura apresenta correlação negativa em relação a maturação dos frutos e dispersão das sementes, devido à ocorrência de fenofases nos meses mais frios.

Em relação à mudança foliar e à temperatura, é possível observar na figura 9, que durante o inverno com a diminuição na temperatura, a maioria das árvores perderam folhas. Por outro lado, o aparecimento de folhas novas e o preenchimento da copa pode estar associado ao aumento da temperatura. Com isso, a temperatura é uma condicionante para ocorrência da mudança foliar da espécie. Borchert et al. (2002) corrobora essa afirmação ao citar que a perda de folhas no período seco constitui um fator de economia hídrica para as plantas, em que a baixa umidade relativa do ar estimula a abscisão foliar.

Brun et al. (2007), estudando a fenologia de Pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) em Santa Maria - RS, também verificaram que a temperatura e a insolação foram as variáveis climáticas indutoras da produção de folhas novas, assim como Zamproni et al. (2013) observaram que a queda foliar da espécie *Tipuana tipu* em Curitiba – PR, esteve relacionada a duas variáveis: temperatura média com valores baixos (menor que 15 °C), e à ausência da precipitação.

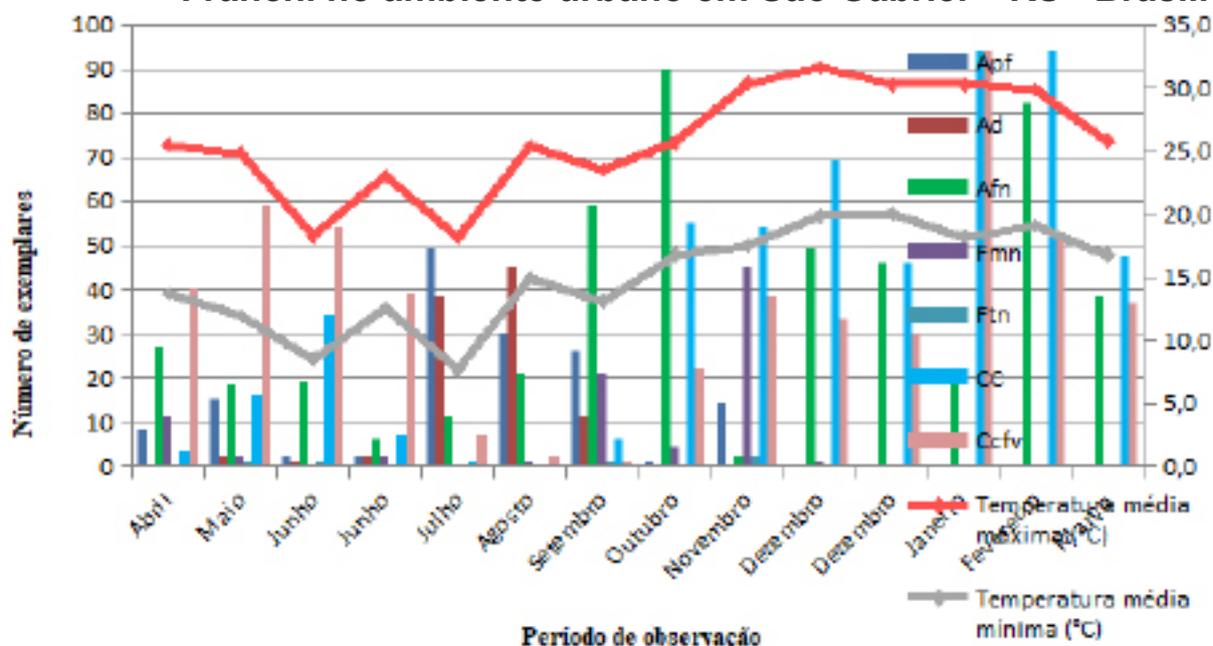
**Figura 8 - Comportamento das temperaturas médias máximas e mínimas sobre as sementes de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel - RS.**



Sv - Presença de sementes verdes; Sm - Presença de sementes maduras; Sd - Sementes em dispersão;

Fonte: os Autores (2016)

**Figura 9 - Comportamento das temperaturas médias máximas e mínimas sobre a mudança foliar de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel - RS - Brasil.**

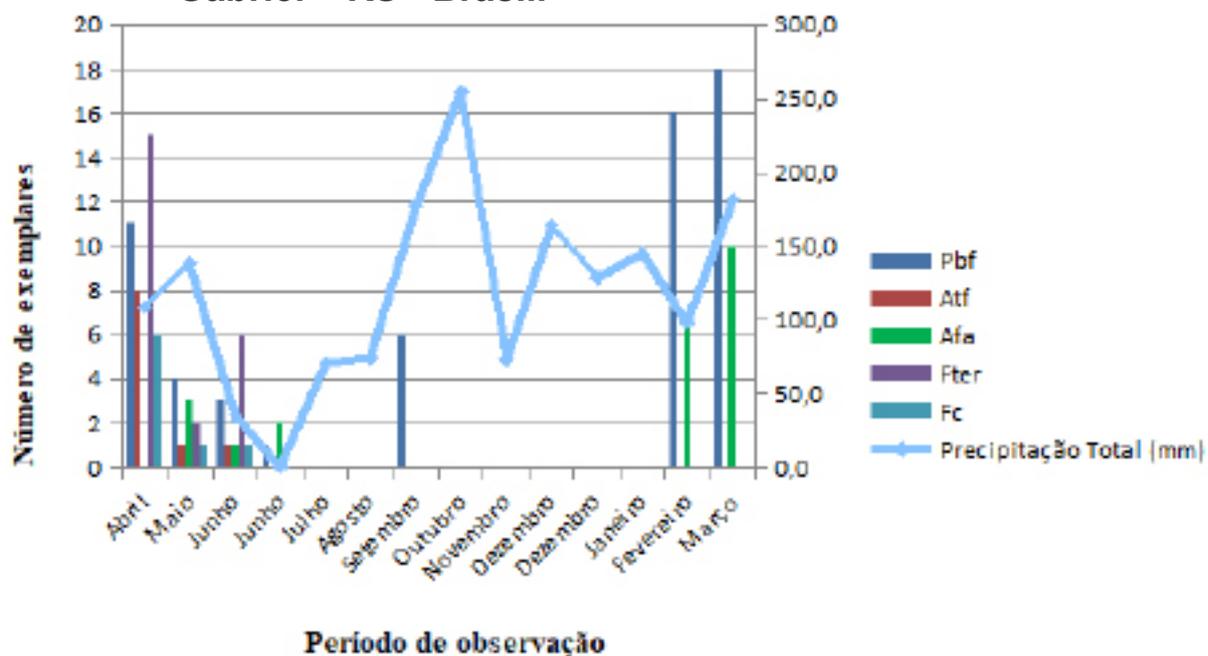


Apf - Poucas folhas; Ad - Árvore desfolhada; Afn - Aparecimento das folhas novas; Fmn - Folhas em sua maioria novas; Ftn - Folhas totalmente novas; Cc - Copa completa; Ccfv - Copa completa de folhas velhas.

Fonte: os Autores (2016)

Em relação à floração, é possível observar na figura 10, que em períodos de alta precipitação, a ocorrência da floração acaba afetada. A floração ocorre entre fevereiro e junho, meses em que a precipitação não possui valores altos, chegando no máximo a 150 mm. Portanto, a precipitação em alta quantidade afeta o desenvolvimento da floração da espécie.

**Figura 10 - Comportamento da precipitação sobre a floração de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel – RS - Brasil.**



Pbf - Presença de botões florais; Atf - Árvore totalmente florida; Afa - Árvore com floração adiantada; Fter – Floração terminando; Fc – Floração concluída;

Fonte: os Autores (2016)

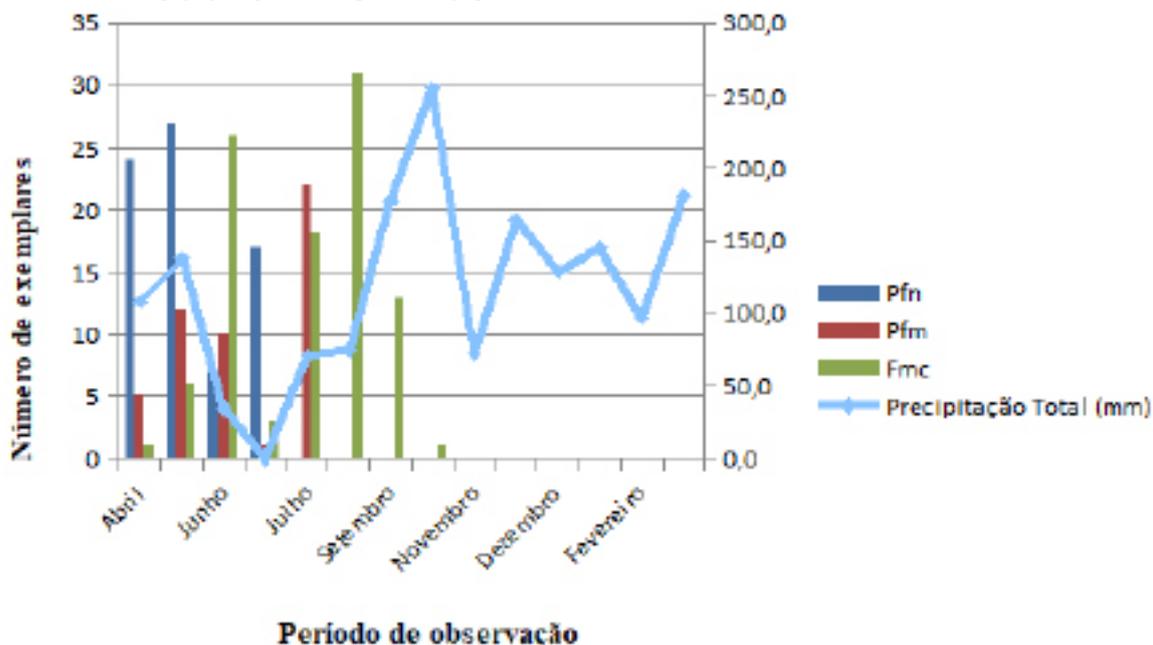
Mikich e Silva (2001), estudando a composição florística e fenológica de remanescentes da Floresta Estacional Semidecídua, no Município de Fênix, PR, observaram que as espécies *Eugenia florida*, *Eugenia uniflora* e *Eugenia myrcianthes*, floresceram no período de menor precipitação.

Felippi et al. (2012), estudando o comportamento de *Cordia trichotoma* em Frederico Westphalen – RS, observaram que em 2008, a queda dos botões florais foi associada ao excesso de chuvas que ocorre durante a floração e prejudicou o desenvolvimento inicial de frutos. Em 2009, no mesmo estudo, houve o aparecimento de um número maior de indivíduos floridos, juntamente com maior quantidade de flores, sendo que a pluviometria, durante essa fase, foi baixa, o que pressupõe que a espécie não necessite tanto de umidade para manter suas flores. A *Cordia trichotoma* é uma espécie com floração de curta duração, mesma característica da *Koelreuteria bipinnata* Franch.

Através da figura 11, observou-se que a frutificação ocorre entre fevereiro e junho, períodos em que a precipitação está entre 150 mm e 50 mm, portanto a frutificação ocorre nos períodos de intensa pluviosidade.

Mikich e Silva (2001) observaram que as espécies *Eugenia florida*, *Eugenia uniflora* e *Eugenia myrcianthes* em um estudo da composição florística e fenológica de remanescentes da Floresta Estacional Semidecídua, no município de Fênix - PR, apresentaram frutificação no período de

**Figura 11 - Comportamento da precipitação sobre a frutificação de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel – RS - Brasil.**



Pfn - Presença de frutos novos; Pfm - Presença de frutos maduros; Fmc - Frutos maduros caindo;

Fonte: os Autores (2016)

maior concentração de chuvas. Resultados semelhantes obtiveram Rego et al. (2006) com Imbuia (*Ocotea porosa*), em Colombo - PR e Fellipi et al. (2012) com *Cordia trichotoma*, Em Frederico Westphalen - RS.

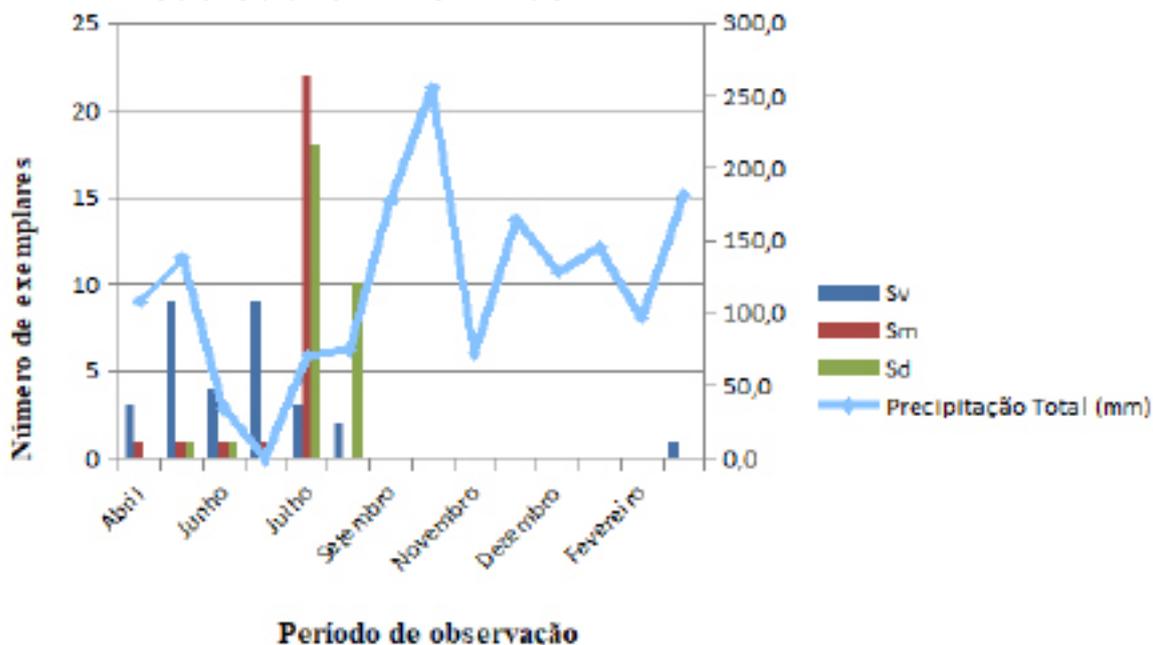
Na figura 12, o amadurecimento e dispersão de sementes estão associados aos períodos de menor precipitação, ocorrendo entre abril até julho, sendo o mês de julho, o mês do ápice das sementes maduras e sementes em dispersão. Durante o período em que as chuvas passaram dos 100 mm, não houve produção de sementes.

Para Morellato e Leitão-Filho (1996), a dispersão das sementes geralmente está relacionada a melhores condições para a liberação das sementes e estabelecimento das plântulas e, talvez, por isso, a maioria das espécies anemocóricas ou autocóricas, com frutos secos e deiscentes, frutifica durante a estação seca, quando a baixa precipitação e os ventos mais fortes favorecem a dispersão dos diásporos desses frutos.

Conforme Biondi et al. (2007), em um trabalho sobre a fenologia de 12 espécies ocorrentes no ecossistema de Campos no Estado do Paraná, a dispersão de sementes das espécies estudadas ocorre durante o período de menor precipitação e pode estar associado a uma estratégia das espécies estudadas em apresentar frutos secos, pois seriam dispersados pelo vento. Esse fato é corroborado por Rego et al. (2006), em um monitoramento dos ciclos fenológicos da Imbuia (*Ocotea porosa*) em Colombo - PR, onde observaram que a dispersão das sementes ocorreu na época do fim das chuvas.

Na figura 13, é possível observar que, no aumento do volume das chuvas, ocorreu o aparecimento de folhas novas, e com a diminuição do volume das chuvas, ocorreu o desfolhamento das árvores.

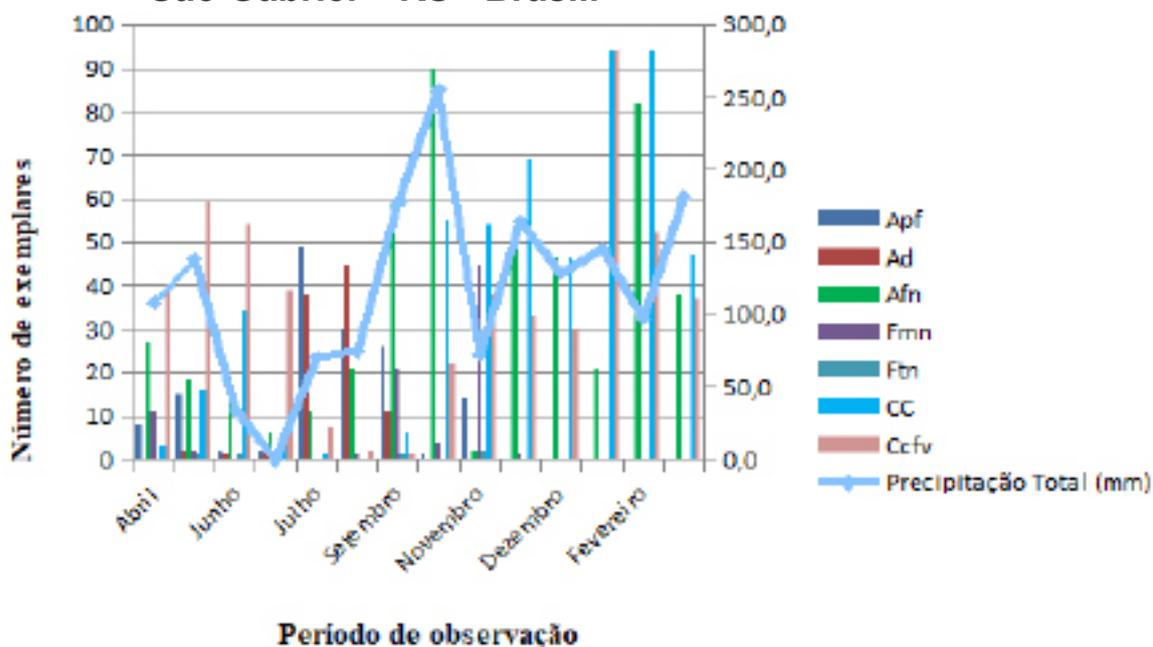
**Figura 12 - Comportamento da precipitação sobre as sementes de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel – RS - Brasil.**



Sv - Presença de sementes verdes; Sm - Presença de sementes maduras; Sd - Sementes em dispersão;

Fonte: os Autores (2016)

**Figura 13 - Comportamento da precipitação sobre a mudança foliar de *Koelreuteria bipinnata* Franch. no ambiente urbano em São Gabriel – RS - Brasil.**



Apf - Poucas folhas; Ad - Árvore desfolhada; Afn - Aparecimento das folhas novas; Fmn - Folhas em sua maioria novas; Ftn - Folhas totalmente novas; CC - Copa completa; Ccfv - Copa completa de folhas velhas.

Fonte: os Autores (2016)

Segundo Pereira e Amaral (2008), em estudos com espécies arbóreas, em um bosque de Patos de Minas - MG, a queda foliar se relacionou com o período de menores índices pluviométricos assim como Santos e Fisch (2013), em um trabalho fenológico com espécies arbóreas em região urbana de São Paulo - SP. Corroborando os autores citados, Tonini (2011), estudando a fenologia da Castanheira-do-Brasil, no sul de Roraima, durante 3 anos, observou uma maior proporção de indivíduos perdendo folhas entre os meses de agosto e outubro, que caracterizam um período de transição entre a época mais chuvosa e a mais seca, com sensível redução de precipitação. Para Jordan (1983), o estresse hídrico e a disponibilidade de nutrientes podem influenciar a queda de folhas. A deficiência hídrica temporária é um fator importante mesmo em climas praticamente uniformes com chuvas bem distribuídas. Segundo Fenner (1998), além das condições ambientais, a herbivoria pode ser considerada como força seletiva e determinante na emissão de folhas de uma planta. A produção de folhas novas pode coincidir com o período em que os herbívoros (principalmente os insetos) são menos abundantes. Nesse caso, a emissão de folhas novas no período seco seria vantajosa.

## Conclusões

Em relação às variáveis climáticas, observou-se a interação das fenofases da planta com a variável temperatura média e fotoperíodo, e um pouco menos expressivo, a precipitação.

E por fim, é importante ressaltar que devido à inexistência de trabalhos científicos que tratem do tema fenologia da *Koelreuteria bipinnata* Franch., conclui-se, também, a necessidade de continuidade dos estudos para comparações das fenofases ao longo de alguns anos, para poder-se afirmar sobre o momento da ocorrência de cada uma e a real influência das variáveis climáticas sobre elas.

## Referências

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n.6, p.711–728, 2014.

BAUER, D.; MÜLLER, A.; GOETZ, M. N. B.; SCHMITT, J. L. Fenologia de *Ocotea pulchella*, *Myrcia brasiliensis* e *Psidium cattleyanum*, em Floresta Semidecídica do Sul do Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 657 – 668, 2014.

BIONDI, D.; ALTHAUS, M. **Árvores de Rua de Curitiba - Cultivo e Manejo**. Curitiba: FUPEF, 2005. 175p.

BIONDI, D.; LEAL, L.; BATISTA, A. Fenologia do florescimento e frutificação de espécies nativas dos Campos. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 269-276, 2007.

BLEASDALE, J. K. A. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: E. P. U., 1977. 176 p.

BORCHERT, R.; RIVERA, G.; HAGNAUER, W. Modification of vegetative phenology

in a tropical semi-deciduous forest by abnormal drought and rain. **Biotropica**, Washington, v. 34, n. 1, p. 27-39, 2002.

BRUN, F. G. K.; LONGHI, S. J.; BRUN, E. J.; FREITAG, A. S.; SCHUMACHER, M. V. Comportamento fenológico e efeito da poda em algumas espécies empregadas na arborização do bairro Camobi – Santa Maria, RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.2, n.1, p. 44-63, 2007

BRUN, E. J.; BRUN, F. G. K.; LONGHI, S. J.; SCHUMACHER, M. V.; FREITAG, A. S.; GREFF, L. T. B. Comportamento fenológico e efeito da poda de algumas espécies empregadas na arborização da Vila Santos Dumont, Bairro Camobi – Santa Maria, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, XX, 2005, Belo Horizonte-MG. **Anais...** Belo Horizonte: SBAU, 1 CD-ROM, 2005.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; PERES, L. E. P. **Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática**. São Paulo: Ceres, 2005. 640 p.

CLELAND, E.; CHUINE, I.; MENZEL, A.; MOONEY, H.; SCHWARTZ, M. Shifting plant phenology in response to global change. **Trends in Ecology & Evolution**, Amsterdam v. 22, n. 7, p. 357-365, 2007.

CRESTANA, M. S. M. **Árvores e Cia**. Governo do Estado de São Paulo, 131p. 2007.

CROCE, C. G. G. **Implantação de arborização em via pública: aspectos fenológicos, locais e sociais**. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu - SP, 86p, 2010.

FEIBER, F. N. Áreas verdes, identidade e gestão urbana: estudo de caso na região central de Curitiba – Paraná. Tese (Mestrado em Gestão Urbana de Produção) - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Pontifícia, Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 189p. 2005.

FELIPPI, M.; MAFFRA, C. R. B.; CANTARELLI, E. B.; ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J. Fenologia, Morfologia e Análise de Sementes de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. Ex Steud. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 631-641, 2012.

FENNER, M. The phenology of growth and reproduction in plants. **Perspectives in plant ecology evolution and systematic**, Massachusetts, v. 1, n. 1, p. 78-91, 1998.

FORREST, J.; MILLER-RUSHING, A. J. Toward a synthetic understanding of the role of phenology in ecology and evolution. **The Royal Society**, London, v. 365, 2010.

FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas em árboles. **Turrialba**, Turrialba, v. 24, n. 4, p. 422-424, 1974.

GOOGLE. Google Earth website. <http://earth.google.com/>, 2016.

HAGGERTY, B. P.; MAZER, S. J. **The Phenology Handbook**: a guide to phenological monitoring for students, teachers, families, and nature enthusiasts. Santa Barbara: University of California, 2008. 40 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010: características da população e dos domicílios: resultados do universo**. Disponível em: < <http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=793> > Acesso em: 14 de dezembro de 2016.

JORDAN, C. F. Productivity of tropical rain forest ecosystems and the implications for their use as future wood and energy sources. In: GOLLEY, F. B. (Ed.). **Tropical rain forest ecosystems: structure and function**. 1983. p. 117-136.

KOZLOWSKI, T.T. Soil aeration, flooding, and tree growth. **Journal of Arboriculture**, Champaign, v.11, n. 3, p. 85-96, 1985.

LARCHER, W. **Ecologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. 531p.

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.

LONGHI, S. J. Fenologia de algumas espécies florestais e ornamentais. **Ciência Rural**. Santa Maria, RS, v. 14, n. 4. 1984. p. 231 – 240.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. **Árvores exóticas no Brasil: madeiras ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa, SP: Plantarum. 2003. 173p.

LUO, Z., TIAN, D., NING, C., YAN, W., XIANG, W., PENG, C. Roles of *Koeleruteria bipinnata* as a suitable accumulator tree species in remediating Mn, Zn, Pb, and Cd pollution on Mn mining wastelands in southern China. **Environmental Earth Science**, Switzerland AG, nº 74, p. 4549–4559, 2015.

MAJEROWICZ, N. et al. **Fisiologia vegetal: curso prático**. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 2003. 138 p.

MARCHIORETTO, M. S.; MAUHS, J.; BUDKE, J. C. Fenologia de espécies arbóreas zoocóricas em uma floresta psamófila no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v.21, n. 1, p. 193 - 201, 2007.

MARQUES, M. C. M.; OLIVEIRA, P. E. A. M. Fenologia de espécies do dossel e do subbosque de duas florestas de restinga da Ilha do Mel, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n.4, p. 713-723, 2004.

MARTINI, A.; GASPAR, R. G. B.; BIONDI, D. Diagnóstico da implantação da arborização de ruas no Bairro Santa Quitéria, Curitiba - PR. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.9, n.2, p. 148-167, 2014.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. Fenologia de *Ocotea puberula* (Rich.) Nees em diferentes ambientes: natural e antrópico. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, XVI, 2010, Bento Gonçalves-RS: SBAU/ISA, Anais... Bento Gonçalves-RS, 2010. v. 1. p. 15-26.**

MEYER, E. A.; BRUN, E. J.; BRUN, F. G. K. Fenologia de Sibipiruna (*Poincianella pluviosa* (DC.) L.P. Queiroz) na arborização urbana de Santa Maria RS. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, XVI, 2012, Uberlândia-MG: SBAU, Anais...Uberlândia-MG 2012, p. 113-122.**

MIKICH, S. B.; SILVA, S. M. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil. **Acta botanica brasílica**, Belo Horizonte, v.15, n.1, p. 89-113, 2001.

MILANI, J. E. F. **Comportamento fenológico de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Araucária, PR.** 100p. 2003. Tese (Mestre em Ciências Florestais) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MORELLATO, L. P. C. A pesquisa em fenologia na América do Sul, com ênfase no Brasil, e suas perspectivas atuais. In: REGO, G. M. et al. (Ed.). **Fenologia: Ferramenta para Conservação, Melhoramento e Manejo de Recursos Vegetais Arbóreos.** Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2007. p. 37-48.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. Reproductive phenology of climbers in a southeastern Brazilian forest. **Biotropica**, Lawrence, v. 28, n. 2, p. 180-191, 1996.

PALIOTO, G. F. et al. Fenologia de Espécies Arbóreas no Campus da Universidade Estadual de Maringá. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 441-443, jul. 2007.

PEDROSO, L.; SILVA, L.; PEREIRA, M. Influência do fotoperíodo no florescimento da Neve-da-montanha (*Euphorbia leucocephala*). **Revista Nucleus**, Ituverava, v. 4, n. 1. 2007.

PEREIRA, S. G.; AMARAL, A. F. Fenologia das espécies arbóreas do Bosque do Mocambo, em Patos de Minas – MG. **Perquirêre**, Patos de Minas, v. 5, n. 5, p. 12-25, 2008.

POST, E.; PEDERSEN, C.; WILMERS, C. C.; FORCHHAMMER, M. C. Warming, plant phenology and the spatial dimension of trophic mismatch for large herbivores. **Proc. Biol. Sci.**, London, v. 275, n. 1646, p. 2005-2013, 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO GABRIEL. **Plano Diretor do Município de**

**São Gabriel**. 2007. Disponível em: <<http://www.saogabriel.rs.gov.br/2013/comunidade/planoDiretor.html>> Acesso em: 15 dez. 2015.

REGO, G. M.; LAVORANTI, O. J.; NETO, A. A. Monitoramento dos ciclos fenológicos da Imbuia, no Município de Colombo, PR. Comunicado Técnico n° 174. **Embrapa Florestas**. Colombo, PR, 2006.

REBELATTO, D.; LEAL, T.S.; MORAES, C.P.de. Fenologia de duas espécies de Ipê em área urbana do município de Araras, São Paulo, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v.8, n.1, p.1-16, 2013.

SANTOS, C. H. V.; FISCH, S. T. V.; Fenologia de espécies arbóreas em região urbana, Taubaté, SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 8, n. 3. 2013.

TONINI, H. Fenologia da Castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., Lecythidaceae) no sul do estado de Roraima. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 1, p. 123-131, 2011.

ZAMPRONI, K.; BIONDI, D.; LIMA NETO, E. M.; MARTINI, A. Efeito das variáveis meteorológicas sobre a fenologia de Tipuana tipu (Benth.) O. Kuntze na arborização urbana de Curitiba - PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 8, p. 1-14, 2013.

ZAMPRONI, K.; MARTINI, A.; BIONDI, D. Fenologia de Bauhinia variegata L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, V, 2014, Belo Horizonte. **Anais eletrônicos...** Belo Horizonte/MG: IBEAS. 2014. Disponível em: <[www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/VI-022.pdf](http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/VI-022.pdf)>. Acesso em: 10 dez. 2015