

Crescimento inicial de *Parkia platycephala* (Benth.) e *Enterolobium timbouva* (Mart.) sob condições de campo numa área de Cerrado¹

Lais Ramos Alves², Rafael José de Oliveira³, Ronaldo Rodrigues Coimbra⁴, Wagner de Melo Ferreira^{4*}

10.1590/0034-737X201663020006

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar o crescimento inicial de *Parkia platycephala* e de *Enterolobium timbouva* (Mimosaceae), espécies arbóreas nativas de Cerrado, em uma área de Cerrado sentido restrito, no município de Porto Nacional, Tocantins. Foram analisados 20 indivíduos, com leituras realizadas a cada 30 dias, de fevereiro de 2008 a fevereiro de 2010, observando-se as seguintes variáveis: número de folhas, altura da planta e diâmetro do caule. Entre agosto de 2008 e fevereiro de 2010, estudou-se também a dinâmica foliar, para a qual foram selecionados, aleatoriamente, cinco indivíduos de cada espécie, nos quais foram escolhidos três ramos e todas as suas folhas foram marcadas. Para cada folha marcada, foram anotados os períodos de natalidade e de abscisão. Avaliou-se, ainda, a herbivoria foliar, por meio de uma escala de quatro classes com intervalos de 25% entre elas. De acordo com os dados analisados, pôde-se verificar que *P. platycephala* e *E. timbouva* apresentaram maior produção de folhas, bem como maior crescimento em altura, no período chuvoso. Em relação ao diâmetro, *P. platycephala* apresentou resultados superiores àqueles observados em *E. timbouva*. A taxa de crescimento relativo apresentou aumentos mais pronunciados durante o período chuvoso, em ambas as espécies. No que se refere à herbivoria, também foi verificado um aumento em sua intensidade, no período chuvoso, nas duas espécies. Como elas foram expostas a condições ambientais semelhantes, a maior taxa de crescimento relativo, observada em *P. platycephala*, pode ser atribuída às suas características fisiológicas e anatômicas, que, dentre outros fatores, contribuíram para menor predação por herbívoros.

Palavras-chave: fava-de-bolota, herbivoria, tamboril, taxa de crescimento relativo.

ABSTRACT

Initial growth of *Parkia platycephala* (Benth.) and *Enterolobium timbouva* (Mart.) under field conditions in a Cerrado area

The objective of the present study was to analyze the growth of *Parkia platycephala* and *Enterolobium timbouva* (Mimosaceae), tree species native to Cerrado, in a *strictus sensus* Cerrado area in the municipality of Porto Nacional, Tocantins. Twenty plants of each species were evaluated at thirty-day intervals during twenty-five months (February/2008 through February/2010). The following variables were analyzed: number of leaves produced, plant height, and stem diameter. Foliar phenology was also studied (August/2008 through February/2010) by analyzing five randomly-selected individuals of each species. Three branches of each individual were marked and all their leaves were evaluated in terms of emergence and abscission periods. Foliar herbivory was determined based on interval-scale classes of twenty-five per cent each. The results revealed that leaf production and growth in height in *Parkia platycephala* and *Enterolobium timbouva* were predominant during the rainy season. In terms of stem diameter, *Parkia platycephala*

¹ Parte do trabalho de conclusão do curso de bacharelado da primeira autora.

² Universidade Federal do Tocantins, Núcleo de Estudos Ambientais, Porto Nacional, Tocantins, Brasil. laisra_to@hotmail.com

³ Universidade Federal do Tocantins, Núcleo de Estudos Ambientais, Porto Nacional, Tocantins. rafael@uft.edu.br

⁴ Universidade Federal do Tocantins, Núcleo de Estudos Ambientais, Porto Nacional, Tocantins, Brasil. ronaldo.rc@uft.edu.br; wmelo@uft.edu.br

* Autor para correspondência: wmelo@uft.edu.br

presented a better development when compared to *Enterolobium timbouva*. The relative growth rate increased expressively along the rainy season in both species. An increase in leaf predation was also observed during the wet season in the two species studied. As both species were exposed to the same environmental conditions, the greater relative growth rate observed in *P. platycephala* can be attributed to its physiological and anatomical features, which among other factors, contributed to a lower leaf predation by herbivores.

Key words: fava-de-bolota, herbivory, relative growth rate, tamboril.

INTRODUÇÃO

O Cerrado representa, aproximadamente, 23% do território brasileiro, sendo o segundo maior bioma do país em área, superado apenas pela Floresta Amazônica (Ratter *et al.*, 1997). Esse bioma possui a mais rica flora entre as savanas mundiais, com alta riqueza florística e endemismo de muitas espécies lenhosas (Oliveira-Filho & Ratter, 1995). Sua enorme extensão e, principalmente, relevante importância em termos de biodiversidade, fazem que esse bioma seja considerado um dos “hotspots” mundiais para conservação (Myers *et al.*, 2000). Mesmo assim, poucos estudos têm abordado aspectos relacionados com o crescimento e o desenvolvimento inicial, sob condições de campo, de espécies nativas do Cerrado.

Nos últimos 35 anos, mais da metade dos seus dois milhões de km² foram cultivados com pastagens e, ou culturas anuais (Klink & Machado, 2005). A taxa de desmatamento desse bioma tem sido superior à da Floresta Amazônica, sendo que apenas 2,2% da área do Cerrado encontram-se legalmente protegidos (Klink & Moreira, 2002). Além disso, esses autores também afirmam que, embora o Cerrado seja um ecossistema adaptado às queimadas, o uso indiscriminado de fogo para abertura de áreas virgens e para estimular o rebrotamento das pastagens tem provocado degradação do solo e perda de flora nativa, por comprometer, nesse último caso, o crescimento e a manutenção das espécies vegetais. Por esses motivos, é urgente a necessidade de ações que promovam a mitigação desses impactos, para que a vegetação nativa do Cerrado possa ser conservada.

Dentre essas ações, estudos que visem entender como as plantas respondem ao ambiente quando reintroduzidas em áreas antropizadas são importantes para que se possam viabilizar programas de recuperação dessas áreas, uma vez que, segundo Resende *et al.* (2015), o plantio de mudas para recuperação de áreas que apresentem sua resiliência comprometida é uma técnica bastante utilizada. Por causa da carência de conhecimentos sobre os comportamentos ecológico e silvicultural de mudas em diferentes condições ambientais, são de extrema relevância os estudos para subsidiar programas de conservação (Pacheco *et al.*, 2013).

É possível ter uma compreensão relativamente ampla de como as plantas respondem a fatores bióticos e abióticos (variações de temperatura e pluviosidade e abundância de insetos herbívoros, dentre outros) por meio da análise de crescimento, especialmente durante os primeiros anos de vida. Durante essa fase, as plantas apresentam altas taxas metabólicas no que se refere, principalmente, à fotossíntese, à respiração e à absorção de substâncias minerais (Benicasa, 1988). A análise de crescimento de uma espécie permite estudar a sua capacidade de adaptação às condições climáticas da região em que foi introduzida (Santos *et al.*, 2004). Ainda, de acordo com Benicasa (1988), o crescimento vegetal é avaliado por meio de medidas dos comprimentos dos organismos ou de órgãos desses organismos, em função da acumulação de material resultante da fotossíntese líquida. Dados como esses podem demonstrar alterações das atividades fisiológicas das plantas, sendo possível estimar as causas de variações do crescimento dos indivíduos submetidos a diferentes condições ambientais.

Na natureza, relações entre insetos herbívoros e plantas resultaram de inúmeras adaptações e interações. Em resposta à ação dos insetos, a planta desenvolve estratégias para garantir que seu crescimento não seja comprometido. De acordo com Vilela *et al.* (2014), os herbívoros exercem considerável influência sobre os vegetais, de maneira que seu desenvolvimento pode ser fortemente comprometido. Assim, a herbivoria afeta diretamente a mortalidade das plantas e a acumulação de biomassa, fatores esses que podem colocar em risco a sobrevivência da espécie (Furlan, 1998).

As influências das variações do ambiente no crescimento, no desenvolvimento e na produtividade vegetal são bastante evidentes. Portanto, é essencial entender como esses fatores estão envolvidos na fisiologia do crescimento das espécies e da sua importância econômica e ecológica. Estudos dessa natureza, que visam fornecer dados para a preservação das espécies do Cerrado, tornam-se necessários, especialmente nesse bioma, que tem parte de sua biodiversidade perdida anualmente por causa de ações antrópicas.

Em maio de 2006, foram introduzidas, numa área de cerrado sentido restrito, no município de Porto Nacional, Tocantins, oito espécies vegetais nativas desse bioma, com a finalidade de se avaliar seus comportamentos quando reintroduzidas no ambiente natural. Dessas espécies, foram escolhidas para este trabalho *Parkia platycephala* Benth. e *Enterolobium timbouva* Mart., por pertencerem à mesma família: Mimosaceae. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o crescimento inicial de mudas das referidas espécies, em condições de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Os estudos foram realizados em uma área de cerrado sentido restrito, da Fazenda São Judas Tadeu (10°48'31"S e 48°26'52"W), localizada no município de Porto Nacional, Tocantins. A área apresenta solo do tipo Concrecionário (SEPLAN-TO, 2005) de textura média e é considerada antropizada, uma vez que foi utilizada para pastagem de animais. Antes do início dos estudos, a área escolhida para o plantio das mudas, com aproximadamente cinco hectares, foi cercada para evitar a entrada de animais de grande porte.

Caracterização meteorológica

Os dados meteorológicos (pluviosidade, umidade relativa, temperatura e evaporação) para o município de Porto Nacional, de fevereiro de 2008 a fevereiro de 2010, foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2013).

Descrição das espécies e condições de plantio

Parkia platycephala Benth, conhecida pelos nomes populares de fava-de-bolota e badoqueiro, tem hábito arbóreo e atinge alturas que variam entre 8 e 18 metros; é dotada de copa ampla, com as pontas dos ramos quase se encostando ao solo. O tronco é curto e cilíndrico, apresentando de 30 a 60 cm de diâmetro, com casca rugosa, e sua madeira é usada em construções. Essa espécie apresenta qualidades para arborização e suas vagens maduras são amplamente utilizadas como forragem para os ruminantes (Lorenzi, 1998).

Enterolobium timbouva Mart., conhecida pelos nomes populares de tamboril, orelha de macaco e orelha de negro, tem hábito arbóreo e atinge alturas que variam entre 10 e 20 metros; é dotada de copa ampla e frondosa. O tronco é curto e cilíndrico, apresentando de 80 a 140 cm de diâmetro, com casca quase lisa e lenticelada. Sua madeira é empregada na confecção de barcos e canoas. Essa espécie apresenta qualidades para arborização, sendo recomendada para a composição de reflorestamentos com fins preservacionistas e seus frutos são consumidos por roedores (Lorenzi, 1998).

De cada espécie foram plantados 40 indivíduos, em maio de 2006. Eles foram produzidos no viveiro de mudas do Núcleo de Estudos Ambientais (Neamb), da Universidade Federal do Tocantins, e tinham aproximadamente seis meses de idade na época de plantio. Os indivíduos foram plantados em covas de 40 cm de profundidade por 30 cm de largura e foram identificados, no campo, por meio de estacas numeradas de 1 a 40. Na ocasião do plantio, as mudas foram irrigadas com quatro litros de água.

Análise de crescimento

Em fevereiro de 2008, do total de indivíduos introduzidos em maio de 2006, a percentagem de sobrevivência verificada foi de 80%, para *P. platycephala*, e 62%, para *E. timbouva*. Desses sobreviventes, 20 indivíduos de cada espécie foram escolhidos aleatoriamente para as análises deste estudo. As expedições de campo para coletas de dados (fevereiro/2008 a fevereiro/2010) foram realizadas a cada 30 dias, sendo observadas as seguintes variáveis: altura da planta, número de folhas e diâmetro do caule (a 5 cm do solo). Essas variáveis foram associadas com dados meteorológicos (temperatura, precipitação, umidade relativa e evaporação). Os resultados obtidos para o crescimento em altura foram transformados em taxa de crescimento relativo caulinar (TCRC), que mede os acréscimos em altura, ao longo do período de observação, baseando-se nas proposições de Benicasa (1988) e Peixoto *et al.* (2011). Assim, utilizou-se a seguinte equação:

$$TCRC = \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{cm/cm.mês})$$

em que TCRC é a taxa de crescimento relativo caulinar; $\ln A_1$ e $\ln A_2$, os logaritmos neperianos da altura de duas amostragens sucessivas e, t_1 e t_2 , os tempos, em meses, os quais foram relacionados com a precipitação para o mesmo período. Os dados apresentados referem-se ao período de fevereiro de 2008 a fevereiro de 2010.

Dinâmica foliar e herbivoria

Para o estudo da dinâmica foliar, foram escolhidos aleatoriamente cinco indivíduos de cada espécie. Em cada indivíduo, foram marcados três ramos, com etiquetas de alumínio, numeradas de um a três. Ao longo do período do estudo, esses ramos tiveram todas as suas folhas marcadas sequencialmente, da base para o ápice, com fios coloridos, para melhor identificação no campo. Para cada folha marcada, foram anotados, em ficha de campo, os períodos de brotação (natalidade), bem como o de abscisão. A intensidade de herbivoria sofrida por cada folha foi avaliada por meio de escala intervalar semiquantitativa de 1 a 4, com intervalos de 25% [1- 1 a 25% das folhas com herbivoria; 2- 26 a 50% das folhas com herbivoria; 3- 51 a 75% das folhas com herbivoria; 4 - 76 a 100% das folhas

com herbivoria]; a classe 0 representou ausência total de herbivoria (Founier, 1974). Como em agosto de 2007 os indivíduos foram atingidos pela passagem de fogo na área, optou-se por iniciar o estudo da dinâmica foliar somente em agosto de 2008 e os resultados obtidos também foram associados com as variáveis meteorológicas para a cidade de Porto Nacional.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização meteorológica

As maiores precipitações ocorreram nos meses de novembro de 2009 e janeiro de 2010, com valores de 294,6 e 315,6 mm, respectivamente. Em janeiro de 2009 houve uma diminuição na precipitação, que alcançou apenas 97,4 mm. A umidade relativa variou de 77 a 85%, no período chuvoso (novembro a abril), e de 43 a 73% no período seco (maio a setembro). Os meses de maio e outubro correspondem à transição entre os períodos chuvoso e seco e seco e chuvoso, respectivamente. A temperatura média no período de estudo variou de 25,9 a 30,3 °C, enquanto a taxa de evaporação alcançou até 283, 1 mm no período seco.

Análise de crescimento

Em relação à altura (Tabela 1), *P. platycephala* apresentou aumentos nos quatro primeiros meses (fevereiro a maio de 2008), passando a um estágio praticamente estacionário nos quatro meses subsequentes (junho a setembro de 2008), seguidos de sucessivos aumentos até fevereiro de 2010, enquanto *E. timbouva* apresentou discretos aumentos ao longo de todo o período de estudo, embora no período seco tenha apresentado comportamento semelhante ao de *P. platycephala*. Esses resultados indicam que os baixos índices de precipitação durante a estação seca provocam uma desaceleração do crescimento em altura, principalmente em *E. timbouva*, que apresentou períodos praticamente estacionários. Kanegae *et al.* (2000) também verificaram que plantas jovens de *Bowdichia virgilioides* apresentaram interrupção do crescimento do caule durante a estação seca, numa área de cerrado. Comparando-se as duas espécies, nota-se uma diferença marcante em relação a esse parâmetro, visto que os indivíduos de *P. platycephala* alcançaram maiores alturas (89,8% de aumento, no primeiro ano, e 33,3%, no segundo) do que aqueles de *E. timbouva* (78,8%, no primeiro ano, e 11,9%, no segundo).

No que se refere ao número de folhas (Tabela 1), em *P. platycephala* ocorreu diminuição entre os meses de julho a setembro de 2008 e aumento gradual de outubro de 2008 a maio de 2009. Na espécie *E. timbouva* observou-se diminuição do número de folhas, de maio a outubro de 2008, um aumento gradual nos meses seguintes e novamente um decréscimo, em agosto e setembro de 2009. Com o iní-

cio da estação chuvosa (outubro), verificou-se um progressivo aumento do número de folhas até fevereiro de 2010, nas duas espécies.

Nas duas espécies, os resultados indicam que o número de folhas foi afetado pela baixa disponibilidade de água entre os meses de maio a setembro, decorrente da estação seca, o mesmo relatado por Braz *et al.* (2000) para *Dalbergia miscolobium* (Benth), mostrando que a disponibilidade de água no solo afeta consideravelmente o desenvolvimento dessas plantas. Em *P. platycephala*, esse fator, associado ao aumento da temperatura média, deve ter contribuído para diminuir o número de folhas verificado em setembro, nos dois anos. *E. timbouva* parece ser bem mais susceptível à baixa disponibilidade hídrica e às altas temperaturas da estação seca, uma vez que não ocorreu produção de novas folhas entre os meses de julho a setembro de 2008. Duarte (2012) afirma que diversos experimentos têm mostrado que o déficit hídrico contribui para diminuição do crescimento da parte aérea, em particular para a redução da emissão de novas folhas ou, mesmo, do tamanho médio de folíolos. Estudos têm evidenciado que as espécies de Cerrado apresentam a forte relação com as condições ambientais, de maneira que, com o início da estação seca, muitas de suas plantas perdem total ou parcialmente suas folhas, como forma de diminuir a taxa de transpiração, perdendo, assim, menos água para atmosfera (Lenza & Klink, 2006, Silvério & Lenza 2010, Santos, 2012). Taiz e Zeiger (2009) afirmam que a senescência e a abscisão foliares podem ocorrer quando a planta encontra-se em situação de déficit hídrico prolongado, o que também contribui para a conservação da água do solo.

As duas espécies possuem folhas de consistência herbácea e apresentam deciduidade durante a estação seca (Lorenzi, 1998). Espécies decíduas com folhas menos coriáceas teriam menor capacidade de retenção de água, ou seja, seriam mais sensíveis à deficiência hídrica (Bulhão & Figueredo, 2002) e, por isso, mais susceptíveis à perda total ou parcial de suas folhas nos períodos de déficit hídrico, como é o caso das espécies estudadas neste trabalho. Faleiro & Saiki (2007), estudando a morfologia foliar em cinco fitofisionomias de Cerrado em Goiás, também relataram que 57% das espécies apresentaram folhas herbáceas. Essa característica está associada ao fato de que essas espécies não apresentam capacidade de armazenamento de água para suportarem o período de escassez, ou não apresentam sistemas radiciais suficientemente desenvolvidos para retirada de água das camadas mais profundas do solo, durante esse período. Assim, a perda de folhas durante a estação seca é uma característica adaptativa dessas espécies ao ambiente natural (Singh & Kushwaha, 2005, Snyder & Tartowski, 2006).

Em relação ao diâmetro caulinar (Tabela 1), não se verificou um aumento relevante nos meses de estudo, em *E. timbouva*. Entretanto, *P. platycephala* apresentou crescimento contínuo ao longo de todo o período de estudo (39,9% de aumento, no primeiro ano, e 12,2%, no segundo ano). Rose *et al.* (1990) afirmam que o diâmetro do caule está intimamente relacionado com o vigor da muda e que caules com maiores diâmetros tendem a formar maiores gemas, as quais possuem um elevado número de primórdios foliares pré-formados, que se desenvolvem para serem os primeiros brotos de crescimento após o plantio. Além disso, segundo Ritchie & Landis (2008), vários estudos mostram que o diâmetro do caule é o melhor indicador do desempenho após o plantio. É bastante provável que essa característica tenha colaborado para o maior crescimento observado em *P. platycephala*. As altas temperaturas e a baixa precipitação dos meses de estação seca devem ter contribuído para um baixo crescimento em diâmetro caulinar das espécies, nesse período, especialmente em *E. timbouva*. Fritz (1958) já observava que existiam variações no crescimento diamétrico durante as 24 horas do dia, produzidas por fatores ambientais, notadamente os

que influem na hidratação e desidratação dos indivíduos, como temperatura e precipitação, e que o crescimento pode variar de ano a ano, principalmente por causa de mudanças climáticas. Outra característica que deve ser observada diz respeito à atividade cambial, a qual, segundo Zanon & Finger (2010), é bastante reduzida ou pode cessar completamente nos períodos de déficit hídrico. Ainda, de acordo com esses autores, as espécies arbóreas podem variar quanto às suas respostas de crescimento diamétrico em relação à disponibilidade hídrica. Portanto, os resultados aqui observados corroboram aqueles descritos na literatura, sendo que *E. timbouva* teve seu crescimento em diâmetro mais comprometido, nas condições deste estudo.

No que se refere à taxa de crescimento relativo caulinar, que expressa o incremento em altura dos indivíduos, durante o estudo, observou-se que *P. platycephala* (Figura 1A) apresentou aumentos mais pronunciados durante o período chuvoso (outubro a abril), assim que se registrou o aparecimento das primeiras chuvas. Taxas de crescimento reduzidas ou nulas foram registradas durante a estação seca (junho a setembro). Resultados semelhantes foram encontrados por Aires *et al.* (2011) e Braz *et al.* (2000).

Tabela 1: Altura (m), número de folhas e diâmetro (cm) de *P. platycephala* e *E. timbouva*, no período de fevereiro de 2008 a fevereiro de 2010, numa área de Cerrado, em Porto Nacional, Tocantins. Os valores correspondem à média dos dados obtidos para 20 indivíduos. Os meses sombreados correspondem à estação seca

Mês/Ano	<i>Parkia platycephala</i>			<i>Enterolobium timbouva</i>		
	Altura(m)	Folhas	Diâmetro(cm)	Altura(m)	Folhas	Diâmetro (cm)
Fev/08	0,79	56,5	1,194	0,33	15,8	0,376
Mar/08	0,84	57,0	1,269	0,39	15,2	0,400
Abr/08	0,98	58,1	1,532	0,44	13,8	0,425
Mai/08	1,02	59,8	1,575	0,45	3,70	0,446
Jun/08	1,03	58,2	1,745	0,45	1,20	0,450
Jul/08	1,05	50,5	1,859	0,45	0,20	0,453
Ago/08	1,05	50,5	1,997	0,45	0,30	0,473
Set/08	1,06	35,6	2,009	0,45	0,30	0,473
Out/08	1,15	40,6	2,056	0,46	0,40	0,480
Nov/08	1,24	55,2	2,077	0,49	3,70	0,484
Dez/08	1,35	59,2	2,145	0,54	8,30	0,498
Jan/09	1,45	73,1	2,233	0,57	11,1	0,517
Fev/09	1,50	80,8	2,380	0,59	11,1	0,526
Mar/09	1,56	86,6	2,531	0,59	12,3	0,540
Abr/09	1,60	90,0	2,658	0,60	10,8	0,552
Mai/09	1,61	90,8	2,874	0,61	8,80	0,562
Jun/09	1,64	87,0	2,940	0,61	8,00	0,564
Jul/09	1,65	86,0	3,032	0,61	8,00	0,573
Ago/09	1,69	77,9	3,114	0,61	3,50	0,578
Set/09	1,72	75,8	3,236	0,61	2,20	0,582
Out/09	1,85	86,5	3,428	0,61	5,30	0,588
Nov/09	1,87	91,8	3,480	0,62	7,10	0,588
Dez/09	1,94	99,2	3,665	0,62	7,40	0,591
Jan/10	1,97	99,8	3,821	0,66	8,50	0,595
Fev/10	2,00	99,3	3,847	0,70	9,60	0,606

Esse crescimento pouco expressivo na época seca pode estar associado ao aumento da abscisão foliar (junho, agosto e outubro de 2008), o que causou diminuição do acúmulo de fotoassimilados pela planta, uma vez que as folhas são os centros de produção de carboidratos por via da fotossíntese (Xu *et al.*, 2014), o que pode ter provocado a redução da taxa de crescimento dos indivíduos, em altura. Dentre outros processos, a fotossíntese afeta indiretamente a divisão celular; esta, que, por sua vez, é responsável, em conjunto com outros processos, pela expansão das células e pelo crescimento, em extensão, dos órgãos. De fato, Morel *et al.* (2015) afirmam que a fenologia foliar (queda e produção de folhas) é uma ferramenta importante para que

se possa entender a regulação do crescimento vegetal e, assim, as possíveis interações com parâmetros exógenos, como temperatura ou precipitação. Os maiores acúmulos foram verificados durante os meses que compreendem o período chuvoso, fato esse associado com os maiores índices de umidade relativa. É importante lembrar também que, nessa época do ano, o fotoperíodo é mais longo e contribui para maiores taxas fotossintéticas. Estas informações são importantes para a compreensão de como o ambiente interfere no crescimento da planta.

E. timbouva (Figura 1B) apresentou um padrão relativamente semelhante ao descrito para *P. platycephala*, cujos maiores acréscimos foram registrados durante as estações

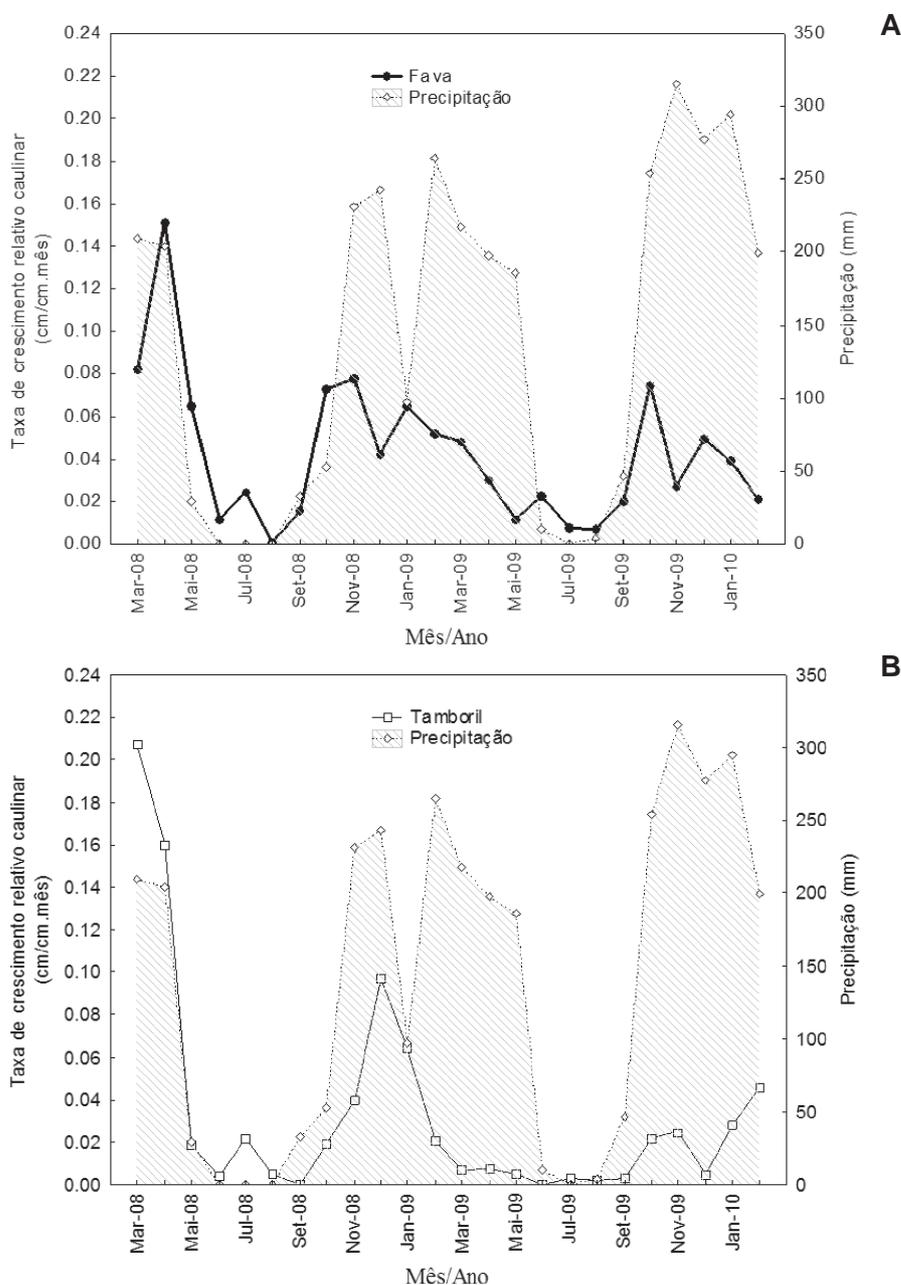


Figura 1: Taxa de crescimento relativo caular (TCRC) de *P. platycephala* (A) e *E. timbouva* (B) em relação à precipitação, no período de fevereiro de 2008 a fevereiro de 2010, numa área de Cerrado em Porto Nacional, Tocantins.

chuvosas (março a abril de 2008, novembro de 2008 a março de 2009, novembro de 2009 a fevereiro de 2010), com picos bem definidos. Além disso, períodos de crescimento bastante reduzidos ou nulos foram observados durante a estação seca. Entretanto, na primeira metade da terceira estação chuvosa (novembro de 2009 a janeiro de 2010) a taxa de crescimento relativo de *E. timbouva* foi menor do que aquela observada, no mesmo período, de *P. platycephala*. De acordo com Castro-Díez *et al.* (1998), as plantas diferem amplamente em suas taxas de crescimento relativo. Essas diferenças podem ser atribuídas parcialmente a características intrínsecas às espécies e podem ser independentes das condições ambientais. Esses autores ressaltam também que vários trabalhos científicos têm objetivado identificar atributos relacionados com a planta que possam explicar essas variações, tais como fatores relacionados com a fisiologia, com a anatomia foliar, com a partição e com a alocação de nutrientes e composição química. Dessa forma, as características fisiológicas e anatômicas de *P. platycephala* podem ter contribuído para maior taxa de crescimento relativo observada, uma vez que as condições ambientais foram semelhantes.

Dinâmica foliar e herbivoria

Os dados para produção de folhas de *P. platycephala* (Figura 2A) revelaram um pico de natalidade (56 folhas) em outubro de 2008, com declínio nos meses seguintes, com novos picos em novembro de 2009 e em fevereiro de 2010, porém bem menos acentuados. Nas plantas de *E. timbouva* (Figura 2B), a produção de folhas iniciou-se no mês de novembro de 2008 (início da estação chuvosa), seguida de queda em dezembro, mas com novos aumentos em março e em novembro de 2009 e em fevereiro de 2010, quando 19 folhas foram formadas (Figura 2B). O mesmo foi observado por Braz *et al.* (2000) e Marchioretto *et al.* (2007). Em ambas as espécies a produção de folhas esteve associada, principalmente, à estação chuvosa.

A abscisão de folhas em *P. platycephala* (Figura 2A) apresentou maior pico em outubro de 2009, com um decréscimo em novembro, seguido de pequenos aumentos em dezembro e janeiro. Em *E. timbouva* (Figura 2B) foram verificados aumentos em maio e em setembro de 2009 (estação seca). Essa queda de folhas em maio pode estar relacionada com o aumento da intensidade de herbivoria verificado nesse mês, associado à precipitação e maior umidade relativa, uma vez que, no período chuvoso, a incidência de insetos aumenta. Já em relação à abscisão do mês de setembro, é provável que seja motivada pelos baixos índices pluviométricos e pelas maiores temperaturas, nesse período. Em florestas tropicais estacionais, a queda de folhas tem sido frequentemente associada com estações secas (Frankie *et al.*, 1974), o que pode ter relação direta com os baixos índices pluviométricos verificados nesse período.

do. Padrão semelhante foi observado por Braz *et al.* (2000). Silvério & Lenza (2010) também associam a abscisão foliar aos períodos em que as temperaturas são mais elevadas e a disponibilidade hídrica é mais restrita. Rebelatto *et al.* (2013) também relataram que a queda de folhas em duas espécies de ipê foi bem mais intensa nos meses de maior estresse hídrico. Embora esses dois últimos estudos tenham sido realizados com espécies adultas, essas características já começam a se expressar em indivíduos mais jovens, quando sujeitos às condições de estresse, e são importantes para que se possa melhor entender o estabelecimento das espécies, quando reintroduzidas em ambientes naturais.

A abscisão foliar das duas espécies apresentou um padrão relativamente semelhante, exceto pelo fato de que *E. timbouva* apresentou maior abscisão nos meses de maio e de setembro de 2009, enquanto em *P. platycephala* o maior pico de abscisão foliar ocorreu em outubro. A abscisão, que na maioria das espécies de cerrado coincide com os primeiros meses da seca, em julho, atinge um máximo nos meses de agosto, setembro e outubro. Em geral, a rebrota e a expansão inicial das folhas ocorrem ainda nesse período, entre os meses de outubro e novembro, antes das primeiras chuvas (Bulhão & Figueredo, 2002; Pedroni *et al.*, 2002). Entretanto, o aumento da abscisão verificado nos meses que compreendem a estação chuvosa (novembro a janeiro), em ambas as espécies, pode estar relacionado com o aumento da herbivoria nesse período.

Além dos fatores abióticos, as interações biológicas podem afetar marcadamente a produtividade e a sobrevivência de determinada espécie, principalmente nas fases iniciais de desenvolvimento (Aires *et al.*, 2011). Assim, estudos que contemplem relações entre insetos e plantas podem auxiliar na compreensão do estabelecimento dessas em ambientes naturais. Segundo Hanley (1998), os maiores efeitos da herbivoria na sobrevivência das espécies vegetais ocorrem, provavelmente, em seus primeiros meses ou anos de vida. Os resultados obtidos para a herbivoria em *P. platycephala* (Figura 3A) mostraram que a classe 1 foi a que teve maior expressão atingindo 65% das folhas no final do período de estudo (dezembro e fevereiro). Detectou-se, também, um aumento da classe 4 no final do período de estudo, fato esse provavelmente associado à abscisão foliar ocorrida nos últimos meses, levando-se em consideração todas as folhas presentes nos indivíduos por ocasião do início das observações deste estudo.

Nos indivíduos de *E. timbouva*, como a produção de folhas iniciou-se somente em novembro de 2008, todas elas se apresentaram intactas nesse período, isto é, sem herbivoria [classe 0] (Figura 3B). Guimarães (2007), estudando a herbivoria foliar em três espécies de Cerrado, também observou ausência total de predação no período de

emissão foliar. Essa autora discute que a produção e o rápido crescimento de novas folhas no início da estação chuvosa pode ser uma estratégia anti-herbivoria, pois a quantidade de insetos herbívoros é menor. Em dezembro, já se podia notar sinais das outras classes, as quais cresceram gradativamente nos meses que se seguiram, destacando-se as classes 1 e 4, que tiveram maior representatividade.

Apesar dos indivíduos de *P. platycephala* terem sido mais predados durante os meses de estudo, quando comparados com os de *E. timbouva*, que apresentaram maior predação a partir de dezembro, essa última espécie foi mais afetada, pelo fato de possuir menor quantidade de folhas,

quando comparada com *P. platycephala*. Assim, o crescimento de *E. timbouva* foi muito mais comprometido que o da outra espécie. Hanley (1998) afirma que o tamanho da planta pode ser responsável pela variação da seletividade da herbivoria. Assim, a diferença observada entre as duas espécies, nas condições deste estudo, deve estar relacionada tanto ao tamanho das plantas, uma vez que os indivíduos de *E. timbouva* apresentam porte bem inferior ao dos de *P. platycephala*, quanto à variação das características anatômicas e histoquímicas de suas folhas, que afetam a palatabilidade, visto que, segundo esse último autor, plantas de diferentes espécies variam amplamente em sua aceitabilidade pelos herbívoros.

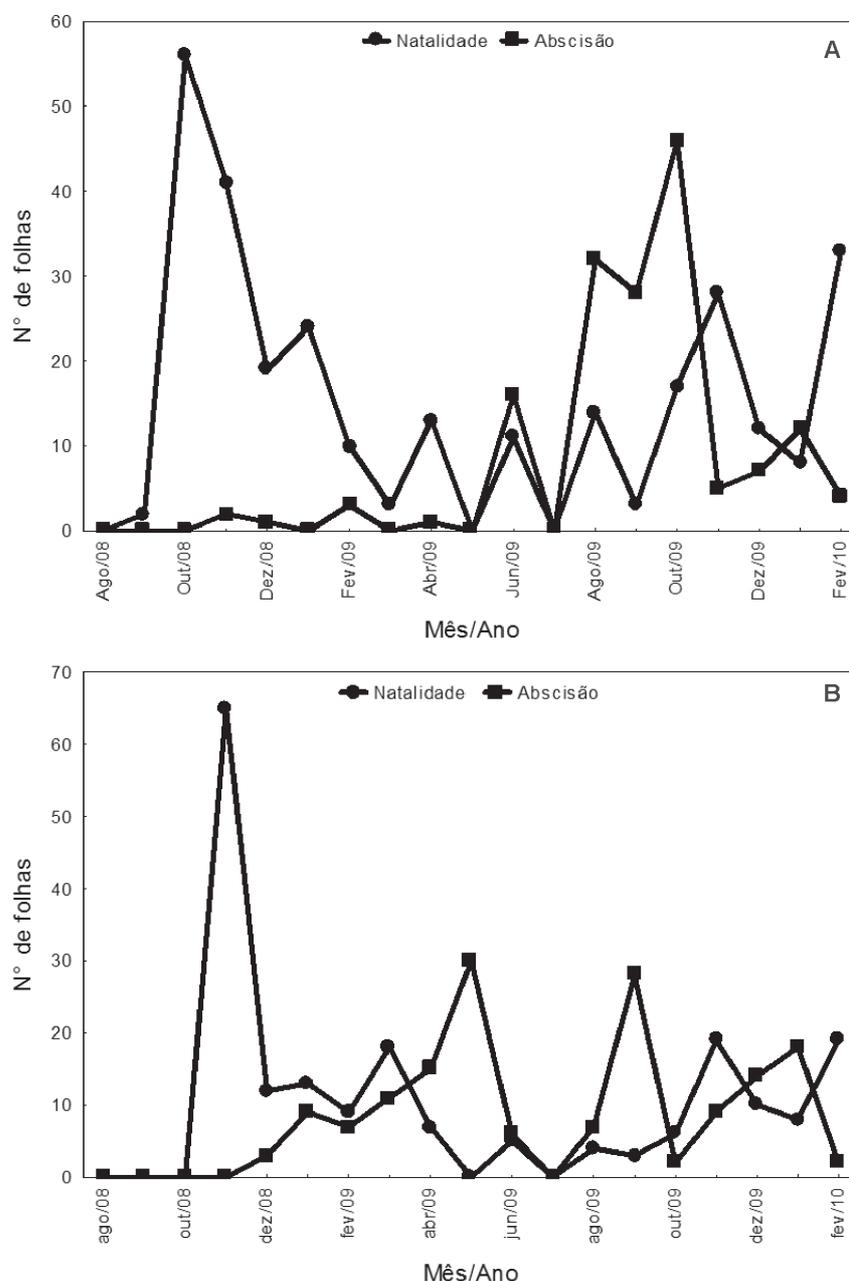


Figura 2: Natalidade e abscisão foliar de *P. platycephala* (A) e *E. timbouva* (B), no período de agosto de 2008 a fevereiro de 2010, numa área de Cerrado em Porto Nacional, Tocantins.

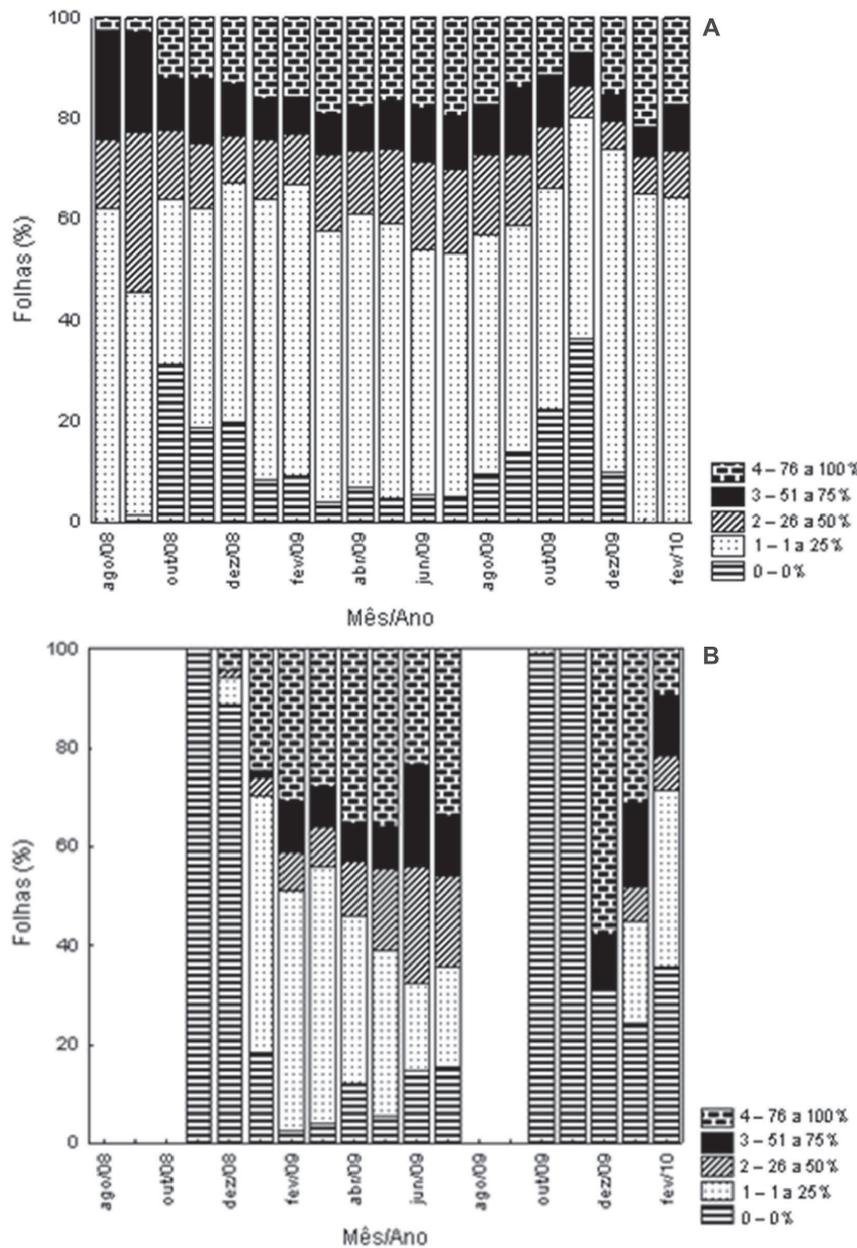


Figura 3: Intensidade de herbivoria em folhas de *P. platycephala* (A) e *E. timbouva* (B), no período de agosto de 2008 a fevereiro de 2010, numa área de Cerrado em Porto Nacional, Tocantins.

CONCLUSÕES

Pôde-se verificar que *P. platycephala* e *E. timbouva* apresentaram crescimento associado, principalmente, ao período chuvoso, uma vez que os aumentos mais expressivos das variáveis de crescimento analisadas ocorreram nesse período, durante o qual a umidade relativa do ar é mais alta e, conseqüentemente, as taxas de evaporação são reduzidas. Quanto à dinâmica foliar, os resultados obtidos permitem inferir que a natalidade, em ambas as espécies, também foi dependente da pluviosidade, especialmente *E. timbouva*. No que se refere à herbivoria nas duas espécies, verificou-se um aumento em sua intensidade no

período chuvoso. Como as duas espécies foram expostas a condições ambientais semelhantes, a maior taxa de crescimento relativo observada em *P. platycephala* pode ser atribuída às suas características fisiológicas e anatômicas, que, dentre outros fatores, contribuíram para uma menor predação por herbívoros, uma vez que o crescimento de *E. timbouva* foi muito mais comprometido pela herbivoria do que o de *P. platycephala*.

REFERÊNCIAS

Aires RF, Silva DAS & Eicholz ED (2011) Análise de crescimento de mamona semeada em diferentes épocas. *Ciência Rural*, 41:1347-1353.

- Benicasa MMP (1988) Análise de crescimento de plantas: Noções básicas. 2ª ed. Jaboticabal, Fundep. 41p.
- Braz VS, Kanegae MF & Franco AC (2000) Estabelecimento e desenvolvimento de *Dalbergia miscolobium* Benth. Rm duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil central. Acta Botânica Brasileira, 14:27-35.
- Bulhão CF & Figueredo PS (2002) Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. Revista Brasileira de Botânica, 25:361-369.
- Castro-Díez P, Puyravaud JP, Cornelissen JHC & Villar-Salvador P (1998) Stem anatomy and relative growth rate in seedlings of a wide range of woody plant species and types. Oecologia, 116:57-66.
- Duarte ALM (2012) Efeito da água sobre o crescimento e o valor nutritivo das plantas forrageiras. Pesquisa & Tecnologia, 9:1-6.
- Faleiro W & Saiki PTO (2007) Morfologia Foliar em Cinco Fitofisionomias de Cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, GO. Revista Brasileira de Biociências, 5:687-689.
- Fournier LAO (1974) Un método cuantitativo para la medición de las características fenológicas de los árboles tropicales. Turrialba, 24:422-423.
- Frankie GW, Baker HG & Opler PA (1974) Comparative phenological studies of trees in tropical lowland wet and dry forest sites of Costa Rica. Journal of Ecology, 62:881-913.
- Fritz HC (1958) An analysis of radial growth of beech in a Central Ohio Forest during 1954 - 55. Ecology, 39:705-720.
- Furlan CM (1998) Efeitos da poluição aérea de Cubatão sobre o conteúdo de nitrogênio, fibras, ligninas e substâncias fenólicas foliares e atividade herbívora em *Tibouchina pulchra* Cong. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo. 94p.
- Guimarães LA (2007) Dinâmica foliar e herbivoria de *Byrsonima verbascifolia*, *Enrythroxylum suberosum* e *Rourea induta* em duas áreas de cerrado sentido restrito em Porto Nacional, Tocantins. Monografia. Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional. 37p.
- Hanley ME (1998) Seedling herbivory, community composition and plant life history traits. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, 1:191-205.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (2013). BDMEP – Dados históricos. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep/>>. Acessado em: 09 de outubro de 2013.
- Kanegae MF, Braz VS & Franco AC (2000) Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento de *Bowdichia virgilioides* em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. Revista Brasileira de Botânica, 23:459-468.
- Klink CA & Machado RB (2005) Conservation of the Brazilian Cerrado. Conservation Biology, 19:707-713.
- Klink CA & Moreira AG (2002) Past and current human occupation and land use. In: Oliveira PS & Marquis RJ (Eds.) The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna. New York, Columbia University Press. p.69-88.
- Lenza E & Klink CA (2006) Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. Revista Brasileira de Botânica, 29:627-638.
- Lorenzi H (1998) Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2ª ed. Nova Odessa, Instituto Plantarum. 352p.
- Marchioretto MS, Mauhs J & Budke JC (2007) Fenologia de espécies arbóreas zoocóricas em uma floresta psamófila no sul do Brasil. Acta Botânica Brasileira, 21:193-201.
- Morel H, Manganet T, Beauchêne J, Ruelle J, Nicolini E Heuret P & Thibaut B (2015) Seasonal variations in phenological traits: leaf shedding and cambial activity in *Parkia nitida* Miq and *Parkia velutina* Benoist (Fabaceae) in tropical rainforest. Trees, 29:973-984.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB & Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403:853-858.
- Oliveira-Filho AT & Ratter JA (1995) A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species patterns. Endinburgh Journal of Botany, 52:141-194.
- Pacheco FV, Pereira CR, Silva RL & Alvarenga ICA (2013) Crescimento inicial de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex. Benth (Fabaceae) e *Chorisia speciosa* (Malvaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. Revista Árvore, 37:945-953.
- Pedroni F, Sanchez M & Santos FAM (2002) Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. – Leguminosae, Caesalpinoideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Botânica, 25:183-194.
- Peixoto CP, Cruz TV & Pinto MFS (2011) Análise quantitativa do crescimento de plantas – Conceitos e Prática. Enciclopédia Biosfera, 7:51-76.
- Ratter JA, Ribeiro JF & Bridewater S (1997) The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. Annals of Botany, 80:223-230.
- Rebelatto D, Leal TS & Moraes CP (2013) Fenologia de duas espécies de Ipê em uma área urbana no município de Araras, São Paulo, Brasil. REVSBAU, 8:1-16.
- Resende LA, Pinto LVA, Santos ED & Silva S (2015) Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas em diferentes modelos de plantio na recuperação de área degradada por disposição de resíduos sólidos. Revista Árvore, 39:147-157.
- Ritchie GA & Landis TD (2008) The container tree nursery manual. Disponível em: <<http://www.rngr.net/Publications/ctnm/>>. Acessado em: 02 de setembro de 2011.
- Rose R, Carlson W & Morgan P (1990) The target seedling concept. In: Rose R, Campbell SJ & Landis TD (Eds.) Proceedings of Western Forest Nursery Association. General Technical Report RM-200. Fort Collins, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. p.1-8.
- Santos KDG (2012) Germinação e desenvolvimento inicial de *Dipteryx alata* Vogel e *Parkia platycephala* Benth. (Fabaceae) sob condições de campo. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional. 49p.
- Santos RA, Hernandez FBT & Filho WVV (2004) Estimativa da taxa de crescimento relativo da Pumpunheira (*Bactris gasipaes* HBK) a partir de parâmetros climáticos. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/conbea2004_mineiro1.pdf>. Acessado em: 02 de setembro de 2011.
- SEPLAN - Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente do Estado do Tocantins (2005) Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial. 4ª ed. Palmas, SEPLAN. p.24-25.
- Silvério DV & Lenza E (2010) Fenologia de espécies lenhosas em um cerrado típico no Parque Municipal do Bacaba, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil. Biota Neotrópica, 10:205-216.
- Singh KP & Kushwaha CP (2005) Emerging paradigms of the tree phenology in dry tropics. Current Science India, 89:964-974.

- Snyder KA & Tartowski SL (2006) Multi-scale temporal variation in water availability: Implications for vegetation dynamics in arid and semi-arid ecosystems. *Journal of Arid Environments*, 65:219-234.
- Taiz L & Zeiger E (2009) *Fisiologia vegetal*. 4ª ed. Porto Alegre, Artmed. 819p.
- Vilela AA, Torezan-Silingardi HM & Del-Claro K (2014) Conditional outcomes in ant-plant-herbivore interactions influenced by sequential flowering. *Flora*, 209:359-366.
- Xu S, Xu W, Chen W, He X, Huang Y & Wen H (2014) Leaf phenological characters of main tree species in urban forest of Shenyang. *Plos One*, 9:1-9.
- Zanon MLB & Finger CAG (2010) Relação de variáveis meteorológicas com o crescimento das árvores de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em povoamentos implantados. *Ciência Florestal*, 20:467-476.