

Regeneração e estrutura populacional de jatobá-da-mata (*Hymenaea courbaril* L.), em dois fragmentos com diferentes graus de perturbação antrópica

Washington Luis de Oliveira¹, Marcelo Brilhante de Medeiros^{1,4}, Pamela Moser², Renato Pinheiro² e Leandro Borges Olsen³

Recebido em 13/08/2010. Aceito em 30/09/2011

RESUMO

(Regeneração e estrutura populacional de jatobá-da-mata (*Hymenaea courbaril* L.), em dois fragmentos com diferentes graus de perturbação antrópica). O objetivo do estudo foi avaliar a estrutura populacional e os efeitos da intensidade luminosa no recrutamento de jatobá-da-mata (*Hymenaea courbaril* L.) em dois fragmentos de Mata de Galeria não-inundável, com diferentes graus de perturbação antrópica. Foi assumida a hipótese de que as populações diferem nas classes de tamanho (diâmetro e altura) e abundância dos indivíduos entre os fragmentos e o recrutamento responde às diferenças de luminosidade disponível no sub-bosque. Como espécie clímax dependente de luz amplamente distribuída e adaptada a ambientes heterogêneos, espera-se uma maior abundância e regeneração de jatobá-da-mata no fragmento com maior incidência luminosa. Em cada fragmento foram utilizadas 25 parcelas permanentes, alocadas de forma aleatória ao longo de transectos entre a borda da mata e o leito córrego posicionados perpendicularmente à margem do córrego. As plântulas foram amostradas no interior de cada parcela, a partir de quatro sub-parcelas de 2x2 m ao longo de uma linha central no comprimento da parcela. No sub-bosque, em cada sub-parcela, a radiação fotossinteticamente ativa foi determinada e os valores de transmitância (T%) foram obtidos a partir das medidas a pleno sol fora da mata. Nos dois fragmentos o maior número de indivíduos se concentrou nas menores classes de tamanho, mas não foi obtido um bom ajuste à distribuição exponencial negativa (J invertido). A análise de regressão linear indicou que tanto o diâmetro como a altura dos indivíduos jovens (mediana/parcela) apresentaram, respectivamente, respostas positivas em relação ao efeito da T% ($F=11,58-14,82_{(1,40)}$; $p<0,01$). Foi observada menor abundância de jovens no fragmento mais perturbado que pode ser resultado de eventos de fogo no passado recente. Apesar de mais abundantes, os jovens no fragmento conservado, com dossel mais fechado, e conseqüentemente, com menos luz disponível no sub-bosque, apresentaram distribuições de tamanho semelhante às plântulas. Esse resultado sugere que o jatobá-da-mata é capaz de regenerar e recrutar em ambientes sombreados, mas o crescimento é limitado pelas condições de pouca luminosidade.

Palavras-chave: ecologia de populações, jatobá-da-mata, matas de galeria

ABSTRACT

(Regeneration of *Hymenaea courbaril* L. in two forest fragments with different degrees of human impact). The objective of this research was to study the population structure of *Hymenaea courbaril* in two fragments of non-flooded gallery forests with different degrees of human impact. The research hypothesis was that populations present different size classes and number of individuals between fragments and that recruitment is related to understory light. As a climax species that requires light, and a species that is adapted to a variety of environments, there would probably be a higher abundance and regeneration of *H. courbaril* in a fragment that has more light. Twenty-five plots (10 x 20 m) were set in two fragments using transects between the forest edge and the stream bank. The seedlings were recorded within each plot by means of four subplots (2 x 2 m) in a central line along the plots. Within the understory the photosynthetic active radiation was determined and the transmittance values (T%) were calculated by measuring the sunlight in an open field. In both fragments, more individuals were concentrated in the smaller size classes. However the population sizes in both fragments were not adjusted to the negative exponential distribution (reversed J curve). A linear regression analysis indicated that both the diameter and height of young individuals were related to transmittance (T%) ($F=11,58-14,82_{(1,40)}$; $p<0,01$). The lower abundance of juvenile individuals in the disturbed fragment might be due to recent and frequent fires. In spite of the higher abundance of young individuals in the preserved fragment, which has more undisturbed canopy and lower light conditions, in the understory these young individuals had size classes similar to the seedlings. This result suggests that *H. courbaril* is able to regenerate and to recruit in shaded environments. However, the growth of *H. courbaril* might be constrained by these lower light conditions.

Key words: gallery forests, jatobá-da-mata, population ecology

¹ Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Laboratório de Ecologia e Conservação, Brasília, DF, Brasil

² Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages, SC, Brasil

³ Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil

⁴ Autor para contato: medeiros@cenargen.embrapa.br

Introdução

Nas florestas tropicais, a luz que chega ao sub-bosque é um importante fator para o recrutamento em diversas espécies arbóreas (Montgomery & Chazdon 2001; Nicotra *et al.* 1999; Whitmore 1989). A abertura de clareiras é necessária para germinação de espécies pioneiras e também promove a diversificação e o crescimento de muitas outras espécies, sendo determinante para sobrevivência a longo prazo e o recrutamento dentro do dossel (Wright 2002). Em espécies tolerantes à sombra, mesmo as pequenas variações na cobertura arbórea e na luz disponível em micro ambientes são determinantes para o crescimento e a sobrevivência dos regenerantes (Montgomery & Chazdon 2002). A compreensão de como a estrutura e a dinâmica populacional das espécies responde às condições de luz em diferentes escalas é útil para explicar e prever padrões de ocorrência e abundância, sob situações ambientais específicas, fornecendo subsídios para estratégias de conservação e recuperação das espécies alvo em ambientes perturbados.

As Matas de Galeria no bioma Cerrado formam corredores fechados sobre cursos d'água de pequeno porte, com altura do estrato arbóreo entre 20 e 30 m, e uma superposição de copas que resulta na cobertura de dossel de 70 a 95% (Ribeiro & Walter 2008). A legislação ambiental teoricamente contempla a preservação permanente das Matas de Galeria (Lei nº 7.511 de 07/07/1986). Contudo, essas florestas ainda sofrem forte pressão antrópica, principalmente devido ao desmatamento para implantação de cultivos de subsistência, horticultura ou utilização como abrigo para o gado, sendo constatados declínios populacionais de espécies arbóreas (Felfili 1997). Estima-se que a retirada dessa vegetação foi muito acentuada, tanto no bioma (40%), quanto no Distrito Federal (46%) (Silva-Júnior *et al.* 2001). A fragmentação florestal é considerada uma grande ameaça para as populações de plantas (Wiegand *et al.* 2005; Young *et al.* 1996), havendo a necessidade de estudos que avaliem o efeito de impactos antrópicos sobre as espécies.

Dentre as espécies que ocorrem com frequência nas Matas de Galeria, destaca-se *Hymenaea courbaril* L., conhecida popularmente como jatobá-da-mata, estando presente em 71% dos levantamentos realizados nas matas do Distrito Federal (Silva-Júnior & Pereira 2009). A ampla distribuição da espécie indica provável tolerância e adaptação à variada gama de ambientes, sendo, portanto, recomendada entre as 25 espécies prioritárias para programas de recuperação de áreas florestais degradadas (Silva-Júnior *et al.* 2001). Além da importância ecológica, a árvore possui valor econômico pela madeira de lei e utilização de seus frutos, que produzem uma farinha comestível (Almeida & Albuquerque 2002).

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da intensidade luminosa sobre a estrutura populacional de jatobá-da-mata, em dois fragmentos de Mata de Galeria não-inundável, com diferentes graus de perturbação antrópica na Fazenda Sucupira, Brasília-DF. A hipótese do

trabalho é de que a população de jatobá-da-mata difere entre os fragmentos florestais e responde ao gradiente de luminosidade disponível no sub-bosque resultando em uma diferenciação na estrutura de tamanhos (diâmetro e altura) e na abundância dos indivíduos classificados por estádios de vida. Como espécie heliófita amplamente distribuída e adaptada a ambientes heterogêneos, espera-se uma maior abundância e regeneração de jatobá-da-mata no fragmento com maior perturbação antrópica e, conseqüentemente, com maior incidência luminosa.

Material e métodos

Espécie e área de estudo

Hymenaea courbaril L. pertence à família Fabaceae, subfamília Caesalpinoideae. É uma planta semidecídua, heliófita, sendo também pouco exigente em fertilidade do solo, geralmente ocorrendo em terrenos bem drenados (Lorenzi 2002) e Matas de Galeria Não-Inundáveis (Ribeiro & Walter 2008). O jatobá-da-mata é caracterizado como uma espécie secundária tardia ou clímax exigente de luz, com 8 a 15 m de altura, podendo atingir até 20 m de altura na idade adulta e 40 a 80 cm de DAP (Carvalho 2003).

A Fazenda Sucupira (Embrapa-Cenargen) é localizada a sudoeste da cidade de Brasília-DF (15°52'-15°56'S e 48°00'-48°02'W), com altitudes que variam de 1.050 a 1.250 m, e uma área total de 1763 ha. O clima da região, segundo o sistema de classificação de Köppen, é o Aw, caracterizado por duas estações bem definidas, com verões chuvosos e invernos secos (Silva *et al.* 2008). Duas populações de *H. courbaril* foram estudadas na porção não-inundável em fragmentos da Mata de Galeria com distintos graus de perturbação antrópica. O fragmento perturbado possui mais clareiras e está situado nas proximidades da Mata do Riacho Fundo, cujo córrego possui nascentes fora da fazenda, em áreas mais elevadas e próximas às zonas urbanas em franca expansão. O fragmento conservado está totalmente localizado na Mata de Galeria do córrego Açudinho, cujas nascentes e curso d'água ocorrem apenas no território da fazenda, com uma densidade média de 1706 árvores/ha e 126 espécies. No fragmento perturbado a densidade é menor, com 1237 árvores/ha, porém inclui um número maior de espécies (150) (Walter & Sampaio 1998).

Estrutura populacional e luz

Em cada fragmento foram utilizadas 25 parcelas (10 x 20 m), alocadas de forma aleatória, por sorteio, ao longo de um transecto entre a borda da mata e o leito do córrego, com o comprimento da parcela (20 m) posicionado perpendicular à margem do córrego. As plântulas foram amostradas no interior de cada parcela, a partir de quatro sub-parcelas de 2 x 2 m ao longo de uma linha central no comprimento da parcela. O inventário populacional foi realizado durante o mês de março de 2010, quando o diâmetro e a altura dos

indivíduos foram registrados. O diâmetro à altura do peito (DAP) dos indivíduos adultos foi mensurado a partir da circunferência do tronco com uma fita métrica, e a altura foi estimada visualmente. Não foram observadas árvores com ramificação em altura inferior ao DAP (1,30 m). Foram considerados adultos aqueles indivíduos com $DAP \geq 5$ cm, o que configura mais especificamente uma classificação por tamanho. Os regenerantes da população foram classificados em plântulas e jovens, sendo o diâmetro mensurado à altura do solo (DAS) com um paquímetro digital de precisão de 0,01 mm, e a altura estimada com uma régua graduada. Os valores de DAP e DAS foram agrupados na categoria “diâmetro”. Na caracterização de plântulas foi adotado o critério de presença do protófilo, estrutura constituída pelas primeiras folhas dispostas após o nó dos cotilédones (Souza 2003). Foram classificados como jovens aqueles indivíduos com $DAP < 5$ cm e ausência de protófilo.

A intensidade luminosa no sub-bosque das parcelas foi registrada por meio de quatro fotodiodos (Hobo pendant logger CO-UA-002-0; Onset Computer, Bourne-MA, USA), um em cada sub-parcela. A intensidade luminosa total foi estimada fora da mata, utilizando dois fotodiodos pareados. Os sensores foram nivelados e instalados à altura do peito para evitar o sombreamento pelas plantas do sub-bosque (até 1,30 m). Os registros de intensidade luminosa dentro e fora da mata foram sincronizados e considerados como medidas instantâneas, baseadas na média das leituras realizadas a cada 5s, durante o intervalo de 1min (Gendron *et al.* 1998), sendo posteriormente calculadas as médias dos sensores dentro das parcelas e dos sensores fora da mata.

Os fotodiodos foram calibrados com um sensor quantum (SKP 210 - PAR ‘Special’ Sensor, Skye Instruments, United Kingdom), acoplado ao sistema de medição manual (SKP 200, Skye Instruments, United Kingdom). A calibração foi feita através de uma regressão linear (Gendron *et al.* 1998), convertendo os valores de intensidade luminosa, mensurada na unidade lux (lumens m^{-2}), para radiação fotossinteticamente ativa (RFA), que é a faixa espectral da radiação solar (400-700 nm) utilizada pelos organismos fotossintéticos. RFA é normalmente quantificada como μmol fótons $m^{-2} s^{-1}$, que é uma medida da densidade de fluxo fotossinteticamente ativo, ou DFFA. Foram utilizados 84 pontos que incluem um gradiente de exposição à luz, desde a ausência de árvores até o dossel fechado. Em cada ponto foram registradas seis medidas instantâneas, a cada 10s, durante 1min. Todos os pontos foram amostrados durante o intervalo entre 10-14h.

Tratamento estatístico

A seguinte equação foi utilizada na calibração dos fotodiodos ($R^2_{ajst} = 0,98$ $p < 0,01$):

$Y = -0,5772 + 0,000801(X)$; onde Y é o valor predito em DFFA; X é o valor mensurado em lux; o coeficiente β_0 não difere de zero ($t = -1,058$ $p = 0,29$).

A razão entre a RFA observada no sub-bosque e fora da mata, em um mesmo tempo t , representa o percentual da RFA total que consegue atravessar o dossel e atingir o sub-bosque, sendo denominado de transmitância, ou T% (Montgomery & Chazdon 2002). O valor de T% média por parcela foi estimado através da razão entre a RFA média por parcela e a RFA média registrada fora da mata.

As distribuições de frequência de cada parâmetro avaliado (transmitância, altura e diâmetro dos indivíduos), foram retratadas em histogramas de frequência e comparadas entre os dois fragmentos (conservado/perturbado), através do teste de Kolmogorov-Smirnov de duas amostras (Sokal & Rohlf, 1995). As distribuições em classes de tamanho foram comparadas com a curva do J-invertido (exponencial negativa), algumas vezes característica de populações auto-regenerativas (Rubin *et al.* 2006), através do teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov de uma amostra (Sokal & Rohlf 1995).

Os percentis foram utilizados na descrição das distribuições de diâmetro e altura dos indivíduos, e a mediana foi utilizada como medida de tendência central e adotada como índice para estatística-teste, estimada por meio de permutações de Monte Carlo (Gotelli & Ellison 2010). As análises de Monte Carlo envolvem métodos no qual os dados são rearranjados, de forma que as observações de tamanhos sejam aleatorizadas em relação aos fragmentos. Essa randomização específica a hipótese nula sob consideração: de que o padrão nos dados não é diferente daquele esperado se as observações tivessem sido atribuídas de forma aleatória aos diferentes fragmentos. Entre as vantagens do método de Monte Carlo em relação às análises paramétricas destaca-se que ele não requer a premissa de que os dados sejam amostrados de uma distribuição específica, como a normal e a utilização de outras tendências centrais como a mediana. O método foi descrito e adaptado de Gotelli & Ellison (2010), utilizando um programa implementado em R, (R Development Core Team 2011), com 10.000 randomizações.

Para análise de Monte Carlo, foi adotada a hipótese nula de que o valor da diferença absoluta observada (DIF_{obs}) entre as medianas ou médias, de cada parâmetro avaliado (diâmetro, altura e abundância), em determinado estágio de vida, entre os dois fragmentos, está dentro do que seria esperado pela amostragem aleatória simulada (DIF_{sim}). A hipótese alternativa é a de que a DIF_{obs} encontrada é maior do que seria esperado ao acaso. O subscrito “obs” indica que o valor de DIF (diferença entre os valores medianos de cada fragmento) é calculado para os dados observados. O subscrito “sim” indica que os valores de DIF foram calculados para os dados aleatorizados ou simulados. A DIF_{sim} é uma distribuição de valores estimados, se a hipótese nula for verdadeira. Para tanto, foi implementado um programa em linguagem R (R, Core Team, 2011), para de maneira aleatória, rearranjar os rótulos das amostras de fragmento conservado e perturbado. Foram feitas 10.000 randomizações com o cálculo da diferença absoluta entre as medianas dos

fragmentos, sendo a distribuição DIF_{sim} construída com o conjunto desses valores simulados.

Foi considerado um teste unicaudal para determinar o ponto de corte do teste estatístico, considerando um nível de significância de $p=0,05$. O teste foi restrito à cauda superior da distribuição, a qual representa os casos em que a DIF é excepcionalmente grande quando comparada à distribuição nula. O passo final da análise consistiu em estimar a probabilidade de obter nas simulações um valor igual à DIF_{obs} , ou valor mais extremo, visto que a hipótese nula é verdadeira [$P(\text{dados}|H_0)$].

As relações alométricas entre diâmetro e altura foram avaliadas pelo coeficiente de correlação de Pearson. A associação entre o tamanho mediano (diâmetro e altura) dos indivíduos nas parcelas e a transmitância - T% foi verificada através de regressão linear simples, com dados transformados em logaritmo. Todas as análises estatísticas foram realizadas no ambiente estatístico R versão 2.13 (R Development Core Team 2011).

Resultados

Transmitância luminosa (T%)

A luz que penetra o dossel (T%) e chega ao sub-bosque das parcelas, variou entre os fragmentos, com amplitude de 1,8-8,7% no fragmento conservado e 2,9-44,8% no

fragmento perturbado (Fig. 1). As tendências centrais da T% possuem diferenças estatísticas ($p<0,001$) entre os respectivos fragmentos, tanto para medianas (3,85 e 7,37%), quanto médias \pm desvio-padrão ($4,19\pm 1,84$ e $11,14\pm 8,79$). No fragmento conservado a maior parte das parcelas (80%) possui T% abaixo de 6%, enquanto que no fragmento perturbado 68% das parcelas apresentam T% no sub-bosque superior a 6%.

Estrutura populacional

A estrutura populacional dos regenerantes (Fig. 2), que incluem plântulas e jovens, diferiu entre os fragmentos, tanto para as distribuições em classes de diâmetro ($D=0,12$; $p<0,001$), quanto para as distribuições em classes de altura ($D=0,15$; $p<0,001$). Contudo, a análise exclusiva sobre as plântulas não indica diferença significativa entre as distribuições de diâmetro ($D=0,08$; $p>0,20$). Os indivíduos adultos também não apresentam diferenças significativas entre as matas, tanto para as comparações entre diâmetro, quanto para altura ($D=0,13$ e $0,1$; $p>0,90$). A análise de aderência não indicou ajuste das distribuições de diâmetro e altura à curva teórica do J invertido (exponencial negativa) no fragmento conservado ($D=0,585-0,619$; $p<0,01$), e no fragmento perturbado ($D=0,695-0,785$; $p<0,01$). Foi observada uma grande lacuna na estrutura populacional de ambos os fragmentos, com ausência de indivíduos entre 5-20 cm de diâmetro e 2-15 m de altura. Após essa lacuna as distribuições de tamanhos dos indivíduos adultos apresen-

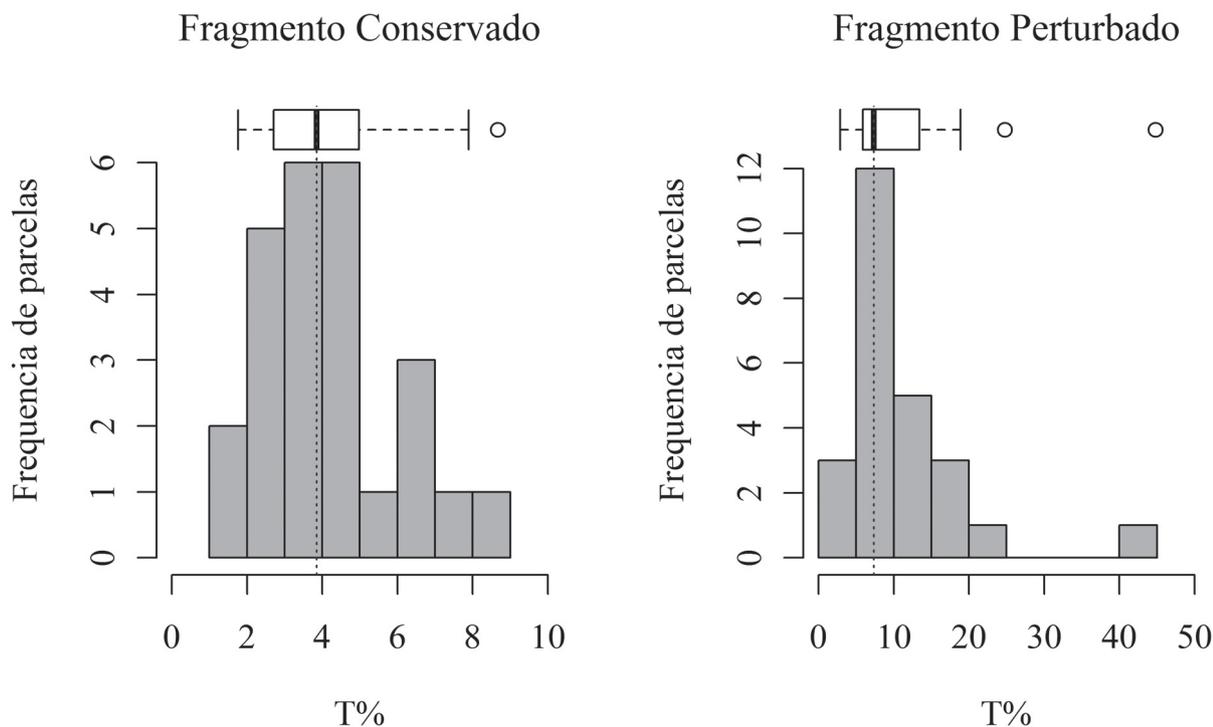


Figura 1. Distribuições de frequência da luz (T%) no sub-bosque de parcelas ($n=50$) em dois fragmentos florestais ($D=0,64$, $p<0,01$) na Faz. Sucupira, Brasília - DF. A caixa dos box-plots indica o 25º percentil, a linha central mediana, e o 75º percentil. As linhas horizontais estendem-se ao decil inferior e superior (10º e 90º percentil), os pontos são valores extremos.

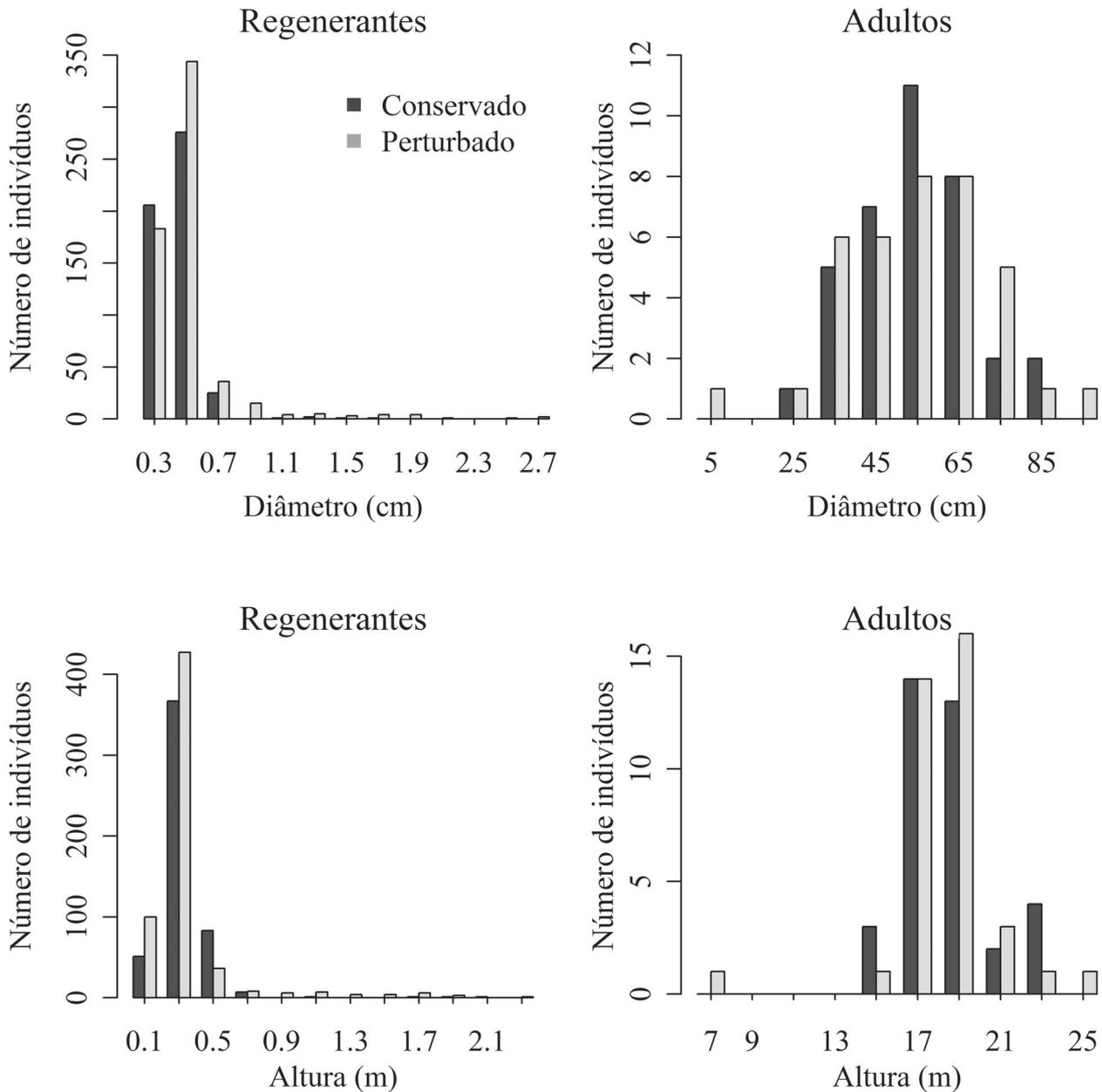


Figura 2. Distribuição de tamanhos (diâmetro e altura) de indivíduos regenerantes (plântulas e jovens) e adultos da população de *Hymenaea courbaril* L. amostrada em dois fragmentos florestais (conservado/perturbado) na Fazenda Sucupira, Brasília - DF.

taram mais homogeneidade entre os fragmentos (Fig. 2) e, inclusive em ambos, os diâmetros dos adultos são ajustados à distribuição normal ($D=0,09-0,08, p>0,20$).

As diferenças descritas entre as distribuições de diâmetro e altura dos indivíduos foram coerentes com as diferenças observadas entre as medianas, com exceção para a altura de plântulas, que não variou significativamente entre os fragmentos (Tab. 1). As plântulas apresentaram tamanho semelhante nos dois fragmentos, sendo que na maior parte desses indivíduos (em torno de 80%) os diâmetros foram menores que 0,5 cm e praticamente todos os indivíduos nesse estágio (99,6%) foram menores que 0,5 m de altura

(Fig. 3). No fragmento perturbado, com dossel mais aberto, quase a metade dos jovens (46%) apresentou diâmetros acima de 0,5 cm e a terça parte dos indivíduos exibiu altura acima de 0,5 m. A correlação entre diâmetro e altura dos indivíduos jovens foi mais expressiva nesse fragmento (Fig. 3). No fragmento conservado apenas 8% dos indivíduos jovens apresentaram mais de 0,5 m de altura.

A abundância observada para os indivíduos nos estágios de plântulas e jovens apresentou as maiores diferenças entre os fragmentos (Tab. 1), mas estas foram parcialmente corroboradas pela análise de Monte Carlo. A abundância média de jovens por parcela foi duas vezes maior ($p=0,05$)

Tabela 1. Estatísticas descritivas (mediana, percentis) dos parâmetros populacionais: diâmetro (cm) e altura (m) dos indivíduos de *Hymenaea courbaril* L. agrupados em estágios de vida, amostrados em dois fragmentos florestais (C= conservado, P= perturbado), na Faz. Sucupira, Brasília-DF. A abundância total (N) é indicada para os indivíduos nos fragmentos (conservado/perturbado). As diferenças significativas nas tendências centrais da variável entre os fragmentos são destacadas^(*), com valor-p estimado através de análises de Monte Carlo.

Estágio	N	Variável	Fragmento	Mediana	p	Percentil (25-75%)
Plântula	226/462	Diâmetro	C	0.42	0.253	0.38-0.48
			P	0.43		0.38-0.50
		Altura	C	0.28	0.301	0.24-0.34
			P	0.27		0.22-0.31
Jovem	286/140	Diâmetro	C	0.42*	0.000	0.37-0.47
			P	0.48*		0.40-0.86
		Altura	C	0.34*	0.001	0.28-0.41
			P	0.39*		0.29-0.76
Adulto	36/37	Diâmetro	C	53.64	0.984	46.15-64.62
			P	53.79		47.11-63.34
		Altura	C	19.00	1.000	18.00-20.00
			P	19.00		18.00-20.00

no fragmento conservado (11,4 indivíduos), em relação ao fragmento perturbado (5,6 indivíduos). Contudo, a diferença não foi significativa ($p>0,50$) na abundância mediana dos jovens entre o fragmento conservado e o perturbado (seis e quatro indivíduos). Com relação às plântulas, apesar da maior abundância por parcela no fragmento perturbado, o teste de Monte Carlo não detectou diferenças significativas entre os fragmentos, tanto para medianas, cinco e oito indivíduos ($p>0,55$), quanto para as médias, 9,0 e 18,5 plântulas ($p>0,10$).

Regressão Linear Simples – Tamanhos (diâmetro; altura) x T%

A análise de regressão linear simples indicou que tanto o diâmetro como a altura dos indivíduos jovens (mediana/parcela) apresentaram, respectivamente, respostas positivas em relação ao efeito da T% ($F=11,58-14,82_{(1,40)}$; $p<0,01$). Os coeficientes de determinação das regressões indicaram que 25 a 21% da variação de diâmetro e altura mediana dos jovens, pode ser atribuída à variação na T%. Quanto às plântulas, apenas 16% da variação dos diâmetros pode ser explicada pela T% ($F=9,24_{(1,42)}$; $p<0,01$).

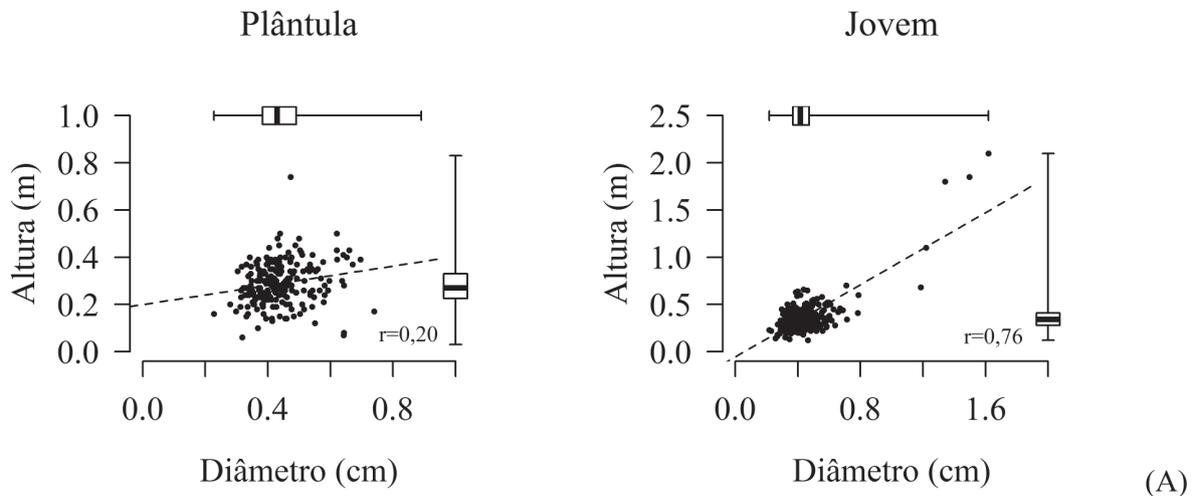
Discussão

A diferença no estado de conservação entre os fragmentos florestais foi indicada pela luz quantificada no sub-bosque, com maior heterogeneidade luminosa observada no fragmento perturbado. Nas parcelas do fragmento

preservado a intensidade luminosa incidente no sub-bosque correspondeu a um padrão comum em florestas tropicais conservadas. Mesmo em ambientes com pouca luz disponível, como no caso do sub-bosque de florestas tropicais de dossel mais denso, existe um pequeno gradiente na radiação incidente (0,2-6,5%), e esses micro ambientes afetam significativamente os processos de recrutamento de espécies arbóreas (Montgomery & Chazdon 2002).

Os regenerantes de ambas as matas, incluindo plântulas e jovens, corresponderam a aproximadamente 90% do total de indivíduos amostrados, com distribuição diamétrica concentrada nas menores classes. Muitas populações auto-regenerativas apresentam distribuições com maior proporção de indivíduos nas menores de classes de tamanho, onde predominam plântulas, infantes e juvenis (Rubin *et al.* 2006). Distribuições de tamanhos com muitos indivíduos pequenos e uma longa cauda com relativamente raros indivíduos adultos, são características de espécies tolerantes ao sombreamento (Wright *et al.* 2003). As distribuições diamétricas dos adultos seguem um modelo normal, caracterizado pelo aumento na densidade de indivíduos a cada classe subsequente, com ápice na classe de diâmetro mediano e consequente diminuição na densidade em classes maiores. Dessa forma, a distribuição diamétrica da população não apresentou ajuste ao modelo J-invertido, modelo frequentemente observado em estudos de comunidades arbóreas em diferentes tipos florestais (Cochrane & Schulze 1999; Machado *et al.* 2004; Souza *et al.* 2007). Contudo, os mesmos estudos destacam que as espécies na comunidade possuem distribuições diamétricas

Fragmento Conservado



Fragmento Perturbado

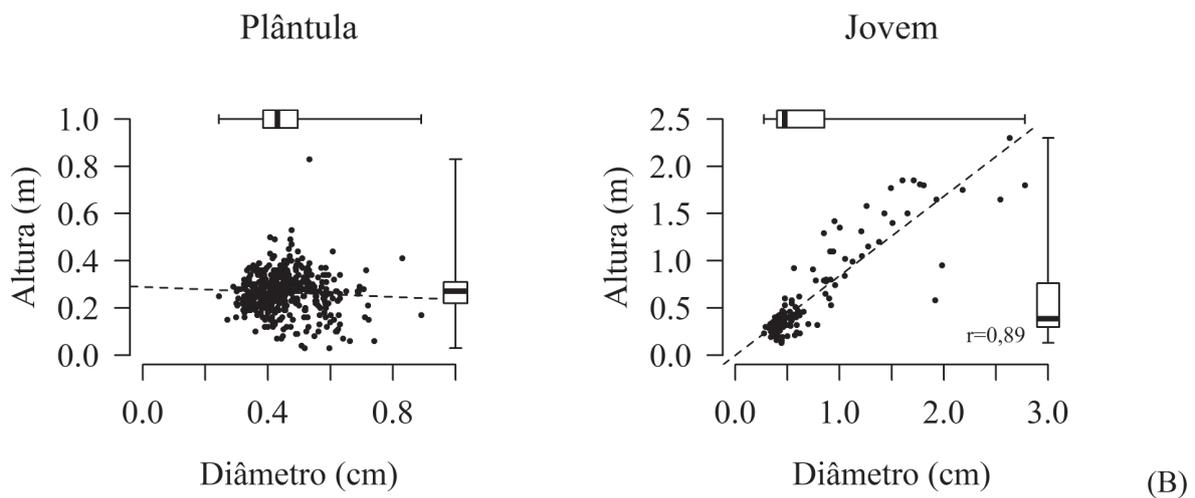


Figura 3. Relações alométricas entre diâmetro e altura de plântulas e jovens de *Hymenaea courbaril* L. amostrados em dois fragmentos florestais na Faz. Sucupira, Brasília - DF. A) fragmento conservado; B) fragmento perturbado; Os box-plots indicam a mediana e percentis (0, 25, 50 e 100%). São indicados os coeficientes (r) de correlação de Pearson ($p < 0,05$).

com padrões distintos. As diferenças interespecíficas podem estar relacionadas a diversos fatores, incluindo aspectos da história natural de cada espécie e o histórico de perturbações (Machado *et al*, 2004).

A descontinuidade e ausência de indivíduos no intervalo entre as classes diamétricas finais dos regenerantes e as classes iniciais dos adultos não significa necessariamente que a população de *H. courbaril* tenha problemas de recrutamento. De acordo com Wright (2002), os indivíduos poderiam permanecer nas menores classes por longos períodos até que ocorra uma alteração ambiental provocada muitas vezes pela queda de um galho ou árvore. Esses eventos, que ocorrem a partir de causas naturais ou antrópicas, abrem clareiras caracterizadas por uma variedade de micro habitats, com gradiente de luminosidade do seu centro até o sub-bosque

adjacente. A maioria das árvores cresce muito lentamente e não pode alcançar o dossel utilizando os recursos disponibilizados em decorrência de apenas um evento de abertura de clareira. Algumas espécies demandam repetidos eventos de abertura de clareira para o recrutamento progressivo de indivíduos nas maiores classes de tamanho, até atingirem o dossel da floresta (Wright 2002).

Por outro lado, a grande lacuna observada na estrutura populacional, caracterizada pela ausência de indivíduos entre 5-20 cm de diâmetro e 2-15 m de altura, poderia ser explicada por outros tipos de distúrbios não avaliados, que eventualmente podem ter aumentado a mortalidade dos regenerantes no passado. O recrutamento em ambientes florestais pode ser influenciado por um conjunto complexo de interações ecológicas em diferentes escalas espaciais, in-

cluindo efeitos de seca ou limitação de nutrientes (Burslem *et al.* 1996), herbivoria (Schupp 1988) e competição (Dirzo *et al.* 1992). Além disso, o fogo tem sido uma causa importante de impacto negativo para várias espécies em ecossistemas florestais do Cerrado, particularmente para as formações ribeirinhas como as Matas de Galeria (Hoffmann 2000). A ocorrência frequente de fogo na área nos últimos 15 anos (Gledson Alves Moreira, com. pess.), com troncos queimados em muitos locais (obs. pess.), deve ser a causa mais provável para a lacuna observada na estrutura populacional. No presente estudo não foi registrada nenhuma evidência de rebrotas basais ou aéreas, um possível indicativo de baixa tolerância a distúrbios como o fogo.

A alta abundância de plântulas no fragmento perturbado e a maior abundância entre os jovens dentro do fragmento conservado, provavelmente também tiveram relação com os eventos de fogo há poucos anos no fragmento mais antropizado. Apesar de mais abundantes, os jovens no fragmento conservado com dossel mais fechado, e conseqüentemente, com menos luz disponível no sub-bosque, apresentaram distribuições de tamanho semelhante às plântulas com o mesmo valor mediano de diâmetro. O jatobá tem sido caracterizado como planta heliófita - adaptada ao crescimento em ambiente aberto ou exposto à luz direta, ou esciófita - adaptada ao crescimento na sombra (Lorenzi 2002). Contudo, a partir dos resultados obtidos no presente estudo é possível inferir que o jatobá-da-mata é tolerante à sombra, capaz de regenerar e recrutar em ambientes sombreados, mas o crescimento é limitado pelas condições de pouca luminosidade. A definição proposta por Carvalho (2003) parece mais adequada, na qual a planta é classificada como secundária tardia ou clímax exigente de luz.

Conclusão

A estrutura populacional dos regenerantes de jatobá se diferenciou entre dois fragmentos florestais com distintas condições de luz no sub-bosque. Os indivíduos que compõem a regeneração da população, compreendendo os estágios de plântula e jovem, ocorreram no sub-bosque com pouca luz disponível, e são, portanto, tolerantes ao sombreamento. Concluímos que apesar da tolerância ao alto nível de sombreamento no interior da mata, o contínuo recrutamento da espécie pode estar relacionado com a disponibilidade luminosa, um fator importante para o desenvolvimento das plantas. Os indivíduos jovens apresentaram tamanho mediano maior no ambiente mais perturbado e iluminado, característica que reforça o potencial para uso da espécie em estratégias de conservação.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos técnicos Gledson Alves Moreira, João Benedito Pereira e Juarez Amaral pelo auxílio

nos trabalhos de campo. Aos alunos Ana Carolina Ceron, Watson Santos e Pollyana Resende pelo auxílio na alocação de parcelas. Os autores agradecem ao CNPq pela concessão de bolsa PIBIC a Leandro Borges Olsen.

Referências Bibliográficas

- Almeida, C.F.C.B.R. & Albuquerque, U.P. 2002. Uso e conservação de plantas e animais medicinais no estado de Pernambuco (nordeste do Brasil): um estudo de caso. **Interciência** 27(6): 10.
- Burslem, D.F.R.; Grubb, P.J. & Turner, I.M. 1996. Responses to simulated drought and elevated nutrient supply among shade-tolerant tree seedlings of lowland tropical forest in Singapore. **BIOTROPICA** 28(4b): 636-648.
- Carvalho, P.E.R. 2003. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. v. 1. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica; Colombo/PR: Embrapa Florestas.
- Cochrane, M.A. & Schulze, M.D. 1999. Fire as a Recurrent Event in Tropical Forests of the Eastern Amazon: Effects on Forest Structure, Biomass, and Species Composition. **Biotropica** 31(1): 2-16.
- Dirzo, R.; Horvitz, C.C.; Quevedo, H. & Lopez, M.A. 1992. The effects of gap size and age on the understorey herb community of a tropical Mexican rainforest. **Journal of Ecology** 80(4): 809-822.
- Felfili, J.M. 1997. Dynamics of the natural regeneration in the Gama gallery forest in central Brazil. **Forest Ecology and Management** 91(2-3): 235-245.
- Gendron, F.; Messier, C. & Comeau, P.G. 1998. Comparison of various methods for estimating the mean growing season percent photosynthetic photon flux density in forests. **Agricultural and Forest Meteorology** 92(1): 55-70.
- Gotelli, N.J. & Ellison, A.M. 2010. **Princípios de Estatística em Ecologia**. São Paulo, Artmed.
- Hoffmann, W.A. 2000. Post-Establishment Seedling Success in the Brazilian Cerrado: A Comparison of Savanna and Forest Species. **Biotropica** 32(1): 62-69.
- Lorenzi, H. 2002. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. Nova Odessa, Instituto Plantarum.
- Machado, E.L.M.; Oliveira-Filho, A.T.; Carvalho, W.A.C.; Souza, J.S.; Borém, R.A.T. & Botezelli, L. 2004. Análise comparativa da estrutura e flora do compartimento arbóreo-arbustivo de um remanescente florestal na Fazenda Beira Lago, Lavras, MG. **Revista Árvore** 28(4): 499-516.
- Montgomery, R.A. & Chazdon, R.L. 2001. Forest structure, canopy architecture, and light transmittance in tropical wet forests. **Ecology** 82(10): 3033-3044.
- Montgomery, R.A. & Chazdon, R.L. 2002. Light gradient partitioning by tropical tree seedlings in the absence of canopy gaps. **Oecologia** 131(2): 165-174.
- Nicotra, A.B.; Chazdon, R.L. & Iriarte, S.V.B. 1999. Spatial heterogeneity of light and woody seedling regeneration in tropical wet forests. **Ecology** 80(6): 1908-1926.
- R Development Core Team 2011. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, R Foundation for Statistical Computing.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. 2008. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. Pp. 1279. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica.
- Rubin, B.D.; Manion, P.D. & Faber-Langendoen, D. 2006. Diameter distributions and structural sustainability in forests. **Forest Ecology and Management** 222(1-3): 427-438.
- Schupp, E.W. 1988. Seed and early seed predation in the forest understorey and in treefall gaps. **Oikos** 51(1): 71-78.
- Silva, F.A.M.; Assad, E.D. & Evangelista, B.A. 2008. Caracterização climática do bioma Cerrado. Pp 70-88. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (Orgs.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, Embrapa Cerrados/Embrapa Informação Tecnológica. v.1.
- Silva-Júnior, M.C.; Felfili, J.M.; Walter, B.M.T.; Nogueira, P.E.; Rezende, A.V.; Morais, R.O. & Nóbrega, M.G.G. 2001. Análise da flora arbórea de Matas de Galeria no Distrito Federal: 21 levantamentos. Pp. 143-191. In: Ribeiro, J.F.; Fonseca, C.E.L. & Sousa-Silva, J.C. (Eds.). **Cerrado:**

- caracterização e recuperação de Matas de Galeria.** Planaltina, Embrapa Cerrados.
- Silva-Júnior, M.C. & Pereira, B.A.S. 2009. **+100 árvores do Cerrado - Matas de Galeria: guia de campo.** Brasília, Ed. Rede de Sementes do Cerrado.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1995. **Biometry: the principles and practice of statistics in biological research.** 3rd. New York, W. H. Freeman and Co.
- Souza, A.L.; Oliveira, M.L.R.; Silva, E.F. & Coelho, D.J.S. 2007. Caracterização fitossociológica em áreas de ocorrência natural de candeia (*Eremanthus erythropappus* (D.C.) MacLeish). **Revista Árvore** 31(4): 667-677.
- Souza, L.A. 2003. **Morfologia e anatomia vegetal: células, tecidos, órgãos e plântulas.** Ponta Grossa, Ed. UEPG.
- Walter, B.M.T. & Sampaio, A.B. 1998. **A vegetação da Fazenda Sucupira.** Brasília, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. (Documentos).
- Whitmore, T.C. 1989. Canopy Gaps and the Two Major Groups of Forest Trees. **Ecology** 70(3): 536-538.
- Wiegand, T.; Revilla, E. & Moloney, K.A. 2005. Effects of Habitat Loss and Fragmentation on Population Dynamics. **Conservation Biology** 19(1): 108-121.
- Wright, S.J. 2002. Plant diversity in tropical forests: a review of mechanisms of species coexistence. **Oecologia** 130(1): 1-14.
- Wright, S.J.; Muller-Landau, H.C.; Condit, R. & Hubbell, S.P. 2003. Gap-dependent recruitment, realized vital rates, and size distributions of tropical trees. **Ecology** 84(12): 3174-3185.
- Young, A.; Boyle, T. & Brown, T. 1996. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. **Trends in Ecology & Evolution** 11(10): 413-418.