

Estrutura etária e espacial de uma população natural de
Carapa guianensis Aubl. (Meliaceae) na Amazônia Sul OcidentalAge and spatial structure of *Carapa guianensis*
Aubl. (Meliaceae) in southwestern AmazonErnestino de Souza Gomes Guarino¹, Camila Mayara Gessner²,
Lúcia Helena de Oliveira Wadt¹, Fernanda Lopes da Fonseca³ e Andréa Raposo⁴**Resumo**

Carapa guianensis (andiroba) ocorre naturalmente em toda a Amazônia, preferencialmente em áreas de baixo, sendo o óleo extraído de suas sementes amplamente utilizado pela indústria de cosméticos. Além do óleo, a espécie também possui madeira com características desejáveis pelo mercado de madeiras tropicais, fator que aumenta a pressão sobre suas populações naturais. O objetivo desse trabalho foi descrever a estrutura etária e espacial de uma população natural de andiroba em um trecho de Floresta Ombrófila Aberta com palmeiras na Amazônia Sul Ocidental para subsidiar ações de conservação e manejo da espécie em florestas da região. Foram alocadas duas parcelas de 300 x 300m (9 ha) onde foram amostrados todos os indivíduos com DAP \geq 10 cm. Indivíduos com DAP $<$ 10 cm foram amostrados em 20 parcelas de regeneração de 10 x 10 m (10 parcelas de regeneração/parcela) escolhidas ao acaso dentro de todas as parcelas. A estrutura etária da população foi estimada subdividindo-se os indivíduos em três classes ontogenéticas: plântulas (altura $<$ 1,5 m), jovens (altura \geq 1,5m e DAP $<$ 10 cm) e adultos (DAP \geq 10 cm); a distribuição espacial dos indivíduos adultos foi avaliada usando o método do vizinho mais próximo e a função *K* de Ripley. Para todas as classes avaliadas, foi estimada a densidade de indivíduos. A densidade média foi de 1.100 ± 133 plântulas.ha⁻¹ e $14,5 \pm 2,28$ adultos.ha⁻¹. Nenhum indivíduo jovem foi amostrado. Em ambos os métodos utilizados para descrição da estrutura espacial, os indivíduos adultos apresentaram distribuição espacial agregada. Estes resultados são similares a outros levantamentos para a espécie na Amazônia Sul Ocidental, porém a estrutura etária da população apresenta uma importante lacuna de indivíduos jovens e adultos nas classes diamétricas.

Palavras-chave: Andiroba, manejo florestal de uso múltiplo, floresta ombrófila aberta

Abstract

Carapa guianensis Aubl. (Meliaceae) is a tree popularly known as andiroba. It occurs throughout the Amazon basin, preferably in low lying areas. The oil extracted from its seeds is widely used for cosmetics. Besides oil, its wood has desirable characteristics for the tropical timber market, a factor that increases the pressure on its natural populations. Our objective was to describe the structure of a natural population of *C. guianensis* in southwestern Amazon (Rondônia State). The work was carried out in an open rainforest with palm trees in the Porto Velho municipality (9° 47'18 "S and 66° 41'54" WGR). Two plots with 9 ha each (300 x 300 m) were marked. All individuals of *C. guianensis* with DBH \geq 10cm were measured. Individuals with DBH $<$ 10cm were sampled in 20 plots of 0.1ha (10 x10m; 10 regeneration plots/plot) randomly chosen within the plots. To estimate the population structure all sampled individuals were further subdivided into three groups: seedlings (height $<$ 1.5 m), juveniles (height \geq 1.5 m and DBH $<$ 10cm) and adults (DBH \geq 10 cm). For all groups we estimated the density (individuals.ha⁻¹; mean \pm standard deviation). The estimated density was of $1,100 \pm 133$ seedlings.ha⁻¹ and 14.5 ± 2.28 adults.ha⁻¹. There were no juveniles of the species in the studied plots. The density of seedlings and adults was similar to other inventories made for the same species in the Western Amazon, but our results show that the population has a serious lack of juvenile individuals.

Keywords: forest management, non-timber forest products.

¹Engenheiro(a) Florestal, Pesquisador(a) Embrapa Acre. BR 364, Km 14, sentido Rio Branco – Porto Velho, 69900-970, Rio Branco, AC. E-mail: ernestino.guarino@embrapa.br; lucia.wadt@embrapa.br.

²Engenheira Florestal. FURB - Fundação Universidade de Blumenau. Rua São Paulo, 3250, Itoupava Seca, 89030-000, Blumenau, SC. E-mail: camilamgessner@gmail.com.

³Engenheira Florestal, Analista Embrapa Acre. BR 364, Km 14, sentido Rio Branco – Porto Velho, 69900-970, Rio Branco, AC. E-mail: fernanda.fonseca@embrapa.br.

⁴Bióloga, Pesquisadora Embrapa Acre. BR 364, Km 14, sentido Rio Branco – Porto Velho, 69900-970, Rio Branco, AC. E-mail: andrea.raposo@embrapa.br

INTRODUÇÃO

Carapa guianensis Aubl. (Meliaceae), vulgarmente conhecida no Brasil como andiroba ou andirobeira, ocorre em toda a bacia Amazônica (KENFACK, 2011). Ocorre com maior frequência nas margens dos rios e igarapés, porém também pode ser encontrada em áreas de floresta de terra firme (KENFACK, 2011; KLIMAS et al., 2007; SHANLEY; MEDINA, 2005). Uma das principais características dessa espécie é sua múltipla utilidade. Além de ser aproveitada para a extração de madeira – de excelente qualidade – o gênero *Carapa* Aubl. tem sido utilizado na obtenção de óleo a partir de suas sementes, que é tradicionalmente usado como repelente, anti-inflamatório e anti-infeccioso; e na fabricação de velas, sabões e cremes (RIBEIRO et al., 2002).

Diferente de outras espécies comumente utilizadas para o manejo florestal madeireiro e não madeireiro (i.e. mogno e castanha, respectivamente), que ocorrem em baixa densidade nas florestas nativas da Amazônia (mogno: $< 1,0$ adultos.ha⁻¹ – (GROGAN et al., 2002) e castanha-do-brasil: $\leq 1,5$ adultos.ha⁻¹ – (WADT et al., 2005)), a andiroba ocorre geralmente com altas densidades, atingido, em alguns locais, densidade superior a 25 indivíduos adultos.ha⁻¹ (KLIMAS et al., 2007). Este padrão de distribuição e abundância em conjunto com as diferentes possibilidades de uso favorece a combinação do manejo madeireiro e não madeireiro para *C. guianensis*. Klimas et al. (2012) demonstraram por meio de análise ecológica e econômica a viabilidade do manejo combinado de sementes e madeira para esta espécie, sugerindo que essa combinação é viável apenas em áreas ocasionalmente inundáveis, onde uma taxa de 10% de coleta da produção anual de sementes é compatível com 100% de exploração dos indivíduos com DAP ≥ 50 (≈ 2 árvores.ha⁻¹) e ciclo de corte de duas vezes por século.

Apesar desse potencial de uso múltiplo o manejo sustentável da andiroba ainda não é uma realidade. Na porção Sul Ocidental da Amazônia existe o projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado Adensado (RECA) que é uma associação de pequenos produtores rurais, que produzem e comercializam óleo de andiroba, cujas sementes são oriundas de plantios em sistemas agroflorestais e, atualmente, em menor escala, de florestas naturais. A coleta de sementes e a extração de óleo de andiroba na floresta natural vêm sendo realizada pela comunidade sem que

nenhuma análise da estrutura populacional tenha sido efetuada, embora estes dados sejam os principais quando se pretende fazer o manejo de populações de plantas em florestas naturais (PETERS, 1994). Assim, o objetivo desse estudo foi caracterizar a estrutura diamétrica e espacial de uma população nativa de *C. guianensis* na Amazônia Sul Ocidental explorada para produção de óleo, a fim de subsidiar ações de manejo e conservação da espécie em florestas da região.

MATERIAL E MÉTODOS

Local

O levantamento foi realizado em um trecho de Floresta Ombrófila Aberta com palmeiras (VELOSO et al., 1991), localizada no projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado Adensado (RECA), distrito de Nova Califórnia, município de Porto Velho, Rondônia. A região localiza-se no interflúvio dos rios Madeira e Acre e apresenta clima quente e superúmido (Am de Köppen), com um curto período de seca entre os meses de julho e setembro (BASTOS; DINIZ, 1982). A temperatura média é de 25,6°C e a precipitação média acumulada de 2255,4 mm (INMET, 2013).

Amostragem

Todos os indivíduos de *C. guianensis* com diâmetro a 1,30m do solo (DAP) ≥ 10 cm foram amostrados em duas parcelas de 300 x 300 m (9 ha). Indivíduos com DAP < 10 cm foram amostrados em 20 subparcelas de regeneração de 10 x 10m (10 parcelas de regeneração/parcela) escolhidas ao acaso dentro de todas as parcelas. Para estimar a estrutura etária da população de *C. guianensis* todos os indivíduos amostrados foram posteriormente subdivididos em três classes ontogenéticas de acordo com Klimas et al. (2007): plântula (altura $< 1,5$ m), jovem (altura $\geq 1,5$ m e DAP < 10 cm) e adulto (DAP ≥ 10 cm). Também foram medidos os indivíduos adultos localizados nas áreas fora das parcelas, porém dentro de um raio de 25 m a partir do centro de cada parcela de regeneração, para que com esses dados fosse possível avaliar o efeito da abundância de indivíduos adultos sobre a regeneração.

Abertura do dossel

No centro de cada subparcela de regeneração a abertura do dossel foi estimada com um densiômetro esférico a 0,5 m do solo. Em cada ponto, quatro leituras foram realizadas, sempre no

sentido de cada um dos quatro pontos cardeais (LEMMON, 1956). Para as análises estatísticas foi considerada a média das quatro leituras.

Análise dos dados

Estrutura etária da população

Para cada parcela foi calculada a densidade de indivíduos em classes de diâmetro. Paralelamente, foram construídos histogramas de frequência para todos os indivíduos adultos ($DAP \geq 10$ cm), utilizando o algoritmo de Sturges como base para divisão de classes. O algoritmo de Sturges é definido como: A/Nic , onde A = amplitude entre o maior e menor valor de DAP , Nic = número de intervalos de classe, sendo este definido como $1+3,3*\log N$ (N = número total de indivíduos). Diferenças na estrutura diamétrica entre as duas parcelas amostradas foram verificadas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov para duas amostras independentes (ZAR, 1999), sendo sua hipótese nula a de que as amostras avaliadas provêm de uma mesma distribuição contínua.

Estrutura espacial da população

A distribuição espacial dos indivíduos de *C. guianensis* foi avaliada em duas etapas, dentro de cada parcela. Na primeira etapa foi verificado se os indivíduos da espécie se distribuem de forma aleatória, uniforme ou agregada, utilizando o método do vizinho mais próximo (CLARK; EVANS, 1954). Este método compara a distância média entre os indivíduos mais próximos com a distância média esperada em caso de aleatoriedade de distribuição (distribuição de *Poisson*). A relação entre a distância média observada e a densidade de indivíduos na área estudada é igual a R , onde valores de $R = 1$ indicam distribuição aleatória; $R < 1$ distribuição agregada e $R > 1$ distribuição uniforme. Para ajustar o efeito da borda da parcela utilizou-se o método *warp-around*, que assume que a parcela é retangular, envolvendo-a em um toro imaginário onde as bordas são eliminadas (SMITH, 2004). A significância estatística dessa relação foi determinada utilizando o teste Z .

Como o método do vizinho mais próximo avalia apenas o padrão de distribuição sem levar em conta diferentes escalas de distância, utilizou-se a função K de Ripley (RIPLEY, 1977) para avaliar como a distribuição da espécie estudada varia em diferentes escalas dentro das parcelas em uma segunda etapa. A função K de Ripley pode ser resumidamente definida como a densidade média de pontos em função da distância

para cada ponto (HAMMER, 2011). Para ajustar o efeito da borda, pesos diferentes foram dados de forma dependente da proporção do círculo de teste que estava contido dentro da área da parcela (HAMMER, 2012). Foram estimados envelopes de confiança de 95% utilizando 1000 simulações de Monte Carlo, os quais foram plotados com os valores de função $L(d)$ - d (vfunção $K(d)$). Todas as análises foram realizadas utilizando o programa PAST (HAMMER et al., 2001).

Por último, para avaliar o efeito da abundância de indivíduos adultos em um raio de 25 m a partir do centro das parcelas de regeneração e da abertura do dossel sobre a abundância de regenerantes, foi ajustado um modelo *loglinear* utilizando a distribuição *Quasipoisson*, em função de os dados de abundância não terem se ajustado a uma distribuição teórica de *Poisson* (FOX, 2008; variância observada/variância esperada = 16,07; $\chi^2 = 305,36$; $P < 0.001$).

A abundância de indivíduos adultos no entorno de cada parcela foi obtida com o auxílio do programa Quantum GIS (QGIS Development Team, 2013). Foram contabilizadas todas as árvores adultas que se localizavam ao redor das parcelas de regeneração, a um raio de 5, 10, 15, 20 e 25 m do seu centro. Para fins de análise foram usados apenas os dados para um raio de 25 m, escolhido por ser o maior raio possível sem que houvesse sobreposição de áreas com outros indivíduos adultos. Estas análises foram realizadas no ambiente R (R Development Core Team, 2013), com nível de significância $P < 0,05$.

RESULTADOS

Estrutura etária

Ao todo foram amostradas 159 árvores adultas na parcela 1 (P1) e 102 na parcela 2 (P2), o que resultou em uma densidade de 17,6 adultos.ha⁻¹ e de 11,3 adultos.ha⁻¹, respectivamente. Considerando toda a área amostrada (18 ha) a densidade média de *C. guianensis* foi de 14,5 ± 2,28 adultos.ha⁻¹. A densidade estimada de plântulas foi de 1.100 ± 133 plântulas.ha⁻¹. Nenhum indivíduo jovem foi amostrado.

A média do DAP (± desvio-padrão) na P1 foi de 34,77 ± 14,08 cm e de 31,1 ± 15,71 cm, respectivamente na P2. Os DAP s mínimo e máximo amostrados foram, respectivamente, 10,2 cm e 80 cm. A distribuição dos indivíduos em classes diamétricas diferiu significativamente entre as parcelas (Teste Kolmogorov-Smirnov para amostras independentes, $D_{max} = 0,18$; $P = 0,03$). O

histograma de frequências diamétricas para os indivíduos adultos demonstrou que na área total e, principalmente em P1, ocorre uma escassez de indivíduos nas primeiras classes de DAP. Somente em P2 o gráfico possui uma ligeira tendência ao tradicional padrão J-invertido (Figura 1).

Estrutura espacial

A distância média observada e esperada entre os indivíduos adultos na P1 foi de 10,97 m e de 12,58 m, respectivamente ($R = 0,87$; $Z = -3,11$; $P < 0,05$). Na P2 estes valores foram supe-

riores, sendo a distância média observada igual a 11,99 m e a distância esperada igual a 19,86 m ($R = 0,60$; $Z = -7,62$; $P < 0,05$). Os valores de R nas duas parcelas indicam que a população apresenta distribuição espacial agregada. A análise do gráfico da função K de Ripley confirmou a tendência de distribuição agrupada para os indivíduos de *C. guianensis* nas duas parcelas estudadas. Na P1 este padrão se confirmou após a escala de aproximadamente 6 m, enquanto na P2, o padrão agregado apareceu em todas as escalas analisadas (Figura 2).

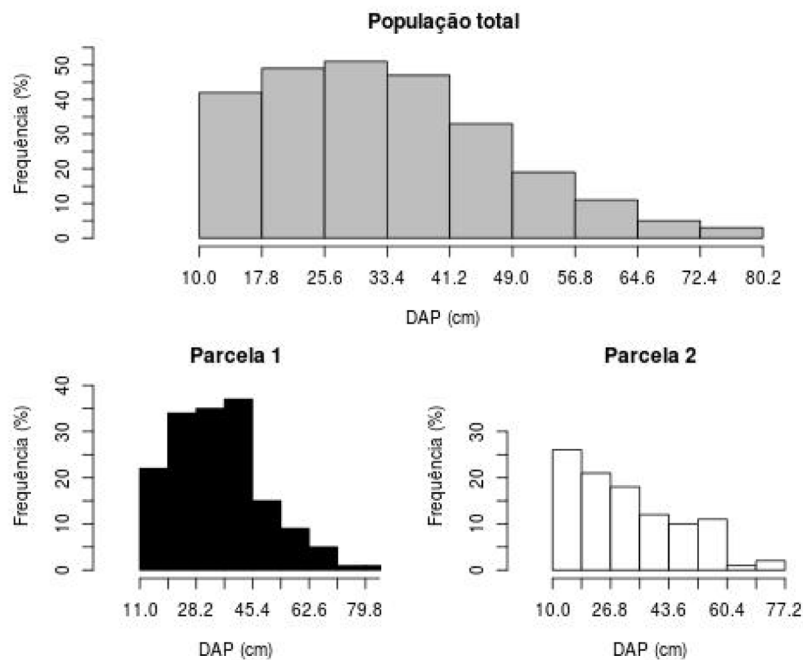


Figura 1. Distribuição diamétrica total de *Carapa guianensis* (população total) e nas duas parcelas amostradas em um trecho de floresta ombrófila aberta com palmeiras, no projeto RECA (Porto Velho, RO).

Figure 1. Full diameter distribution of *Carapa guianensis* and in the two plots sampled in an open rainforest with palm trees, at RECA project (Porto Velho, RO).

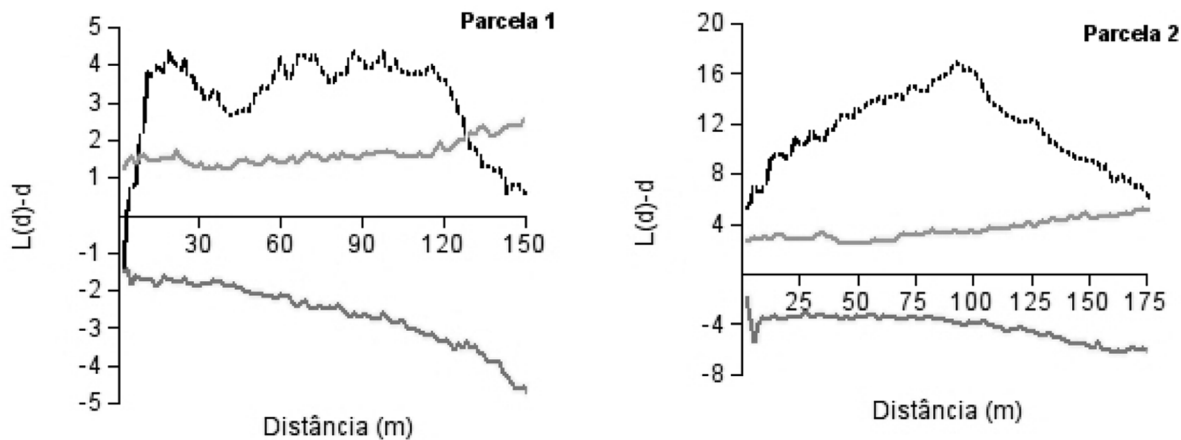


Figura 2. Padrão espacial de indivíduos adultos (DAP ≥ 10 cm) de *Carapa guianensis* em um trecho de floresta ombrófila aberta com palmeiras, no projeto RECA (Porto Velho, RO), obtido por meio da função K de Ripley transformada (função $L(d)-d = \sqrt{\text{função } K(d)}$). Linhas cinza representam os envelopes de confiança (95%) construídos com 1000 simulações de Monte Carlo.

Figure 2. Spatial patterns of *Carapa guianensis* adults (dbh ≥ 10 cm) on a stretch of open rainforest with palm trees, the RECA project (Porto Velho, RO), obtained through the transformed Ripley K function (function $L(d) - d = \sqrt{\text{function } K(d)}$). Gray lines represent the confidence envelopes (95%) computed with 1000 Monte Carlo simulations.

O modelo *loglinear* ajustado não demonstrou efeito significativo da abertura média do dossel e da abundância de indivíduos adultos, em um raio de 25 m a partir do centro da parcela de regeneração, sobre a abundância de plântulas (Tabela 1).

DISCUSSÃO

A sustentabilidade ecológica do manejo de recursos florestais madeireiros e/ou não madeireiros se assenta nas seguintes premissas: (i) o uso destes recursos, mesmo em longo prazo, não deve causar efeitos prejudiciais na reprodução e regeneração das populações manejadas, em comparação com populações não manejadas que ocorrem em condições ecológicas similares e (ii) o manejo das populações desejadas não deve causar efeitos deletérios na estrutura populacional de outras espécies na mesma comunidade, bem como na estrutura e nas funções do ecossistema onde esta se insere (Hall; Bawa, 1993). Neste manuscrito avaliou-se apenas a estrutura da população de *C. guianensis*, a qual em conjunto com *Bertholletia excelsa* Bonpl. (castanha-do-brasil), formam o principal eixo de recursos florestais não madeireiros manejados, a partir de populações naturais, no Projeto RECA.

Estrutura etária

Carapa guianensis é uma espécie arbórea que ocorre com maior frequência em áreas ocasionalmente alagadas de toda a bacia amazônica (LEITE, 1997; FORGET et al., 1999; KLIMAS et al., 2007). Analisando as parcelas de forma individualizada, verifica-se que P1 – que possui uma maior proporção de área em ambiente ocasionalmente alagado durante o período de chuvas (baixio) – apresenta densidade de indivíduos adultos (17,6 adultos.ha⁻¹) superior à de P2, que possui uma maior proporção de floresta de terra firme, confirmando a tendência de maior densidade de indivíduos adultos em áreas ocasionalmente alagadas. Esses valores são inferiores aos descritos por Klimas et al. (2007) para as duas

fisionomias em Rio Branco, Acre (terra firme: 25,7 adultos.ha⁻¹ e baixio: 11,3 adultos.ha⁻¹) e aos 14,6 adultos.ha⁻¹ descritos por Tonini et al. (2009) em uma parcela com mesma dimensão e formato em floresta de terra firme no Sul do estado de Roraima.

Os valores estimados para a densidade de plântulas foram bastante elevados quando comparados às 231 plântulas.ha⁻¹ em área de baixio e 66 plântulas.ha⁻¹ em floresta de terra firme descritos por Klimas et al. (2007). Essa densidade tão elevada foi resultado da alta abundância em duas das parcelas de regeneração, nas quais foram amostradas, respectivamente, 27 e 15 plântulas, sendo que nas demais parcelas de regeneração a abundância variou entre zero e quatro indivíduos. Excluindo essas duas parcelas (*outliers*), obtém-se uma estimativa bem inferior, chegando a um total de 260 ± 25 plântulas.ha⁻¹, próximo aos valores descrito por Klimas et al. (2007). É importante ressaltar que a espécie apresenta uma elevada taxa intra e interanual de mortalidade de plântulas (KLIMAS et al., 2008; RIGAMONTE-AZEVEDO, 2010). Em áreas de baixio, a sobrevivência de plântulas em uma mesma coorte nos primeiros seis meses é inferior a 30% e continua decaindo exponencialmente ao longo dos meses seguintes até atingir valores inferiores a 10% ao final de 12 meses (RIGAMONTE-AZEVEDO, 2010). Em áreas de floresta de terra firme esses valores são superiores, porém se estabilizam em 50% de sobrevivência após os primeiros seis meses de recrutamento. Klimas et al. (2008) demonstraram que a mortalidade interanual também é elevada, independentemente do ambiente florestal analisado (baixio: 35 a 55% e terra firme: 20 a 50%).

O recrutamento de novos indivíduos em populações de plantas submetidas a forte pressão de exploração no passado pode ser caracterizado por uma distribuição bimodal, representada por uma elevada densidade de plântulas, seguido por uma baixa densidade ou total ausência de jovens e uma baixa densidade de adultos nas primeiras classes diamétricas, bastante semelhante à distribuição de *C. guianensis* encontradas nesse estu-

Tabela 1. Resumo do modelo loglinear ajustado para o efeito da abertura do dossel e da abundância de indivíduos adultos na abundância de plântulas em um raio de 25 m.

Table 1. Log linear model fitted for the effect of canopy openness and abundance of adults in the seedlings' abundance in a radius of 25 m.

Variável	Coefficiente estimado	Erro Padrão	Valor de t	P
Intercepto	-1,45	1,64	-0,82	0,39
Abundância de adultos	0,28	0,20	1,39	0,18
Abertura do dossel	0,09	0,06	1,46	0,16

do. Esse padrão de recrutamento é denominado por Hall e Bawa (1993) como temporalmente variável e pode emergir a partir da superexploração de sementes ou indivíduos adultos. Também pode ser descrito para populações de espécies secundárias tardias que dependem de clareiras para regeneração (PETERS, 1994) ou para populações submetidas a fortes variações temporais na precipitação, tais como a existência de longos períodos de seca severa ou mesmo a recorrência de incêndios florestais (HALL; BAWA, 1993). A região onde foi realizado o levantamento de campo foi assolada por duas fortes secas, nos anos de 2005 e 2010, acompanhadas por fortes incêndios florestais (LEWIS et al., 2011), eventos que podem ter causado alterações na estrutura populacional de *C. guianensis*.

Estrutura espacial

A estrutura espacial da comunidade de espécies arbóreas em florestas é fortemente determinada pelos padrões de dispersão de sementes (SEIDLER; PLOTKIN, 2006). O padrão espacial agregado é, provavelmente, o mais comum em espécies arbóreas neotropicais (CONDIT et al., 2000; HE et al., 1997; HUBBELL, 1979), sendo este padrão influenciado por diferentes fatores bióticos (i.e. competição intra e interespecífica, tipo de dispersão de propágulos; JANZEN 1970; HUBBELL, 1979; LAN et al., 2012) e abióticos (i.e. elevação, topografia, disponibilidade de água e nutrientes no solo; HE et al., 1997; HUBBELL; FOSTER, 1983; LAN et al., 2012). Populações de plantas dispersas por pequenos animais, como é o caso de *Carapa* spp. (FORGET, 1996; NYIRAMA et al., 2011; SHANLEY; MEDINA, 2005), tendem a apresentar distribuição espacial agrupada (SEIDLER; PLOTKIN, 2006). Os resultados do presente trabalho corroboram esse padrão de distribuição agregada para a espécie, pois resultados semelhantes são descritos por Leite (1997) e Klimas et al. (2007), diferindo, no entanto, do padrão aleatório descrito por Henriques e Sousa (1989) e Tonini et al. (2009). Para uma espécie congênera (*C. procera*) Forget et al. (1999) descrevem um padrão intermediário entre a completa aleatoriedade espacial (áreas de floresta sobre solo não hidromórfico) e o agrupamento (em áreas de floresta sobre solos hidromórficos).

Devido ao padrão de forrageamento de pequenos roedores que consomem e dispersam sementes de espécies neotropicais, espera-se que exista uma elevada densidade de sementes e plântulas entre 10 e 20 metros do limite de

projeção das copas das árvores em florestas neotropicais (FORGET, 1990; FORGET et al., 1999), porém os resultados do presente trabalho não corroboram esta ideia, indicando não haver efeito significativo da abundância de indivíduos adultos na abundância de plântulas em um raio de 25 m a partir do centro da parcela de regeneração. Segundo Forget et al. (1999) a abertura do dossel pode afetar o padrão de ocorrência de *C. procera* favorecendo um padrão completamente aleatório, guiado fortemente pela abertura estocástica de clareiras na floresta e não apenas pelo modo de dispersão. Porém, novamente os resultados obtidos no presente estudo não corroboram esse padrão para *C. guianensis* na área de estudo.

CONCLUSÃO

Por ser uma espécie de elevado potencial para o manejo florestal de uso múltiplo, é fundamental que estratégias de conservação de populações naturais exploradas de *C. guianensis* sejam formuladas, propiciando a manutenção de populações viáveis da espécie nas áreas onde ela já é explorada e em outras áreas passíveis de exploração. Os resultados obtidos demonstram que a distribuição etária de *C. guianensis* em florestas nativas no projeto RECA tende a possuir uma baixa densidade de jovens e adultos nas classes iniciais de desenvolvimento; padrão este que reflete dificuldades de recrutamento de novos indivíduos em um passado recente. Este padrão temporal de recrutamento pode representar tanto uma superexploração de sementes e adultos em um passado recente quanto uma exposição desta população a fortes restrições ambientais entre os anos. Por estes motivos, o monitoramento da dinâmica da população em questão em conjunto com a dinâmica da produção e o destino de sementes são fundamentais para compreensão da real situação da espécie na localidade e do desenvolvimento de uma estratégia eficaz para o seu manejo e conservação na região.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a toda comunidade do RECA, mais especificamente ao Seu João "Mineiro" e sua família, os quais cordialmente os receberam e permitiram a execução do trabalho de campo em sua colocação. À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, mais especificamente ao Centro de Pesquisa Agroflorestal

do Acre pela disponibilização da infraestrutura e logística para realização do trabalho de campo. Também estamos em débito com Aldeci S. Oliveira, Paulo R. Carvalho, Manoel F. Correia, Airton N. Farias e Heitor F. Uller, pois, sem eles, o trabalho de campo seria inviável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS, T. X.; DINIZ, T. D. A. S. Avaliação do clima do Estado de Rondônia para desenvolvimento agrícola. **Boletim de Pesquisa Embrapa/CPATU**, Belém, n. 44, p. 1-28, 1982.

CLARK, P. J.; EVANS, F. C. Distance to Nearest Neighbor as a Measure of Spatial Relationships in Populations. **Ecology**, Washington, v. 35, n. 4, p. 445-453, 1954.

CONDIT, R.; ASHTON, P. S.; BAKER, P.; BUNYAVEJCHEWIN, S.; GUNATILLEKE, S.; GUNATILLEKE, N.; HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B.; ITOH, A.; LAFRANKIE, J. V.; LEE, H. S.; LOSOS, E.; MANOKARAN, N.; SUKUMAR, R.; YAMAKURA, T. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. **Science**, Washington, v. 288, n. 5470, p. 1414-1418, 2000.

FORGET, P. M. Removal of seeds of *Carapa procera* (Meliaceae) by rodents and their fate in rainforest in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v. 12, n. 6, p. 751-761, 1996.

FORGET, P. M. Seed-dispersal of *Vouacapoua americana* (Caesalpiniaceae) by caviomorph rodents in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v. 6, n. 4, p. 459-468, 1990.

FORGET, P. M.; MERCIER, M.; COLLINET, F. Spatial patterns of two rodent-dispersed rainforest trees *Carapa procera* (Meliaceae) and *Vouacapoua americana* (Caesalpiniaceae) at Paracou, French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v. 15, n. 3, p. 301-313, 1999.

FOX, J. **Applied Regression Analysis and Generalized Linear Models**. 2.ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2008. 688 p.

GROGAN, J.; BARRETO, P.; VERISSIMO, A. **Mahogany in the Brazilian Amazon: ecology and perspectives on management**. Belém: Imazon, 2002. 44 p.

HALL, P.; BAWA, K. Methods to Assess the Impact on Extraction of non-timber Tropical Forest products on Plant Population. **Economic Botany**, New York v. 47, n. 3, p. 234-247, 1993.

HAMMER, Ø. **Point pattern analysis with PAST**. Natural History Museum, University of Oslo, 2011. Disponível em: < <http://nhm2.uio.no/norlex/past/PointpatternPast.pdf> >. Acesso em: 25 fev. 2013.

HAMMER, Ø. **Reference manual**. Natural History Museum, University of Oslo, 2012. Disponível em: < <http://nhm2.uio.no/norlex/past/doc1.html> >. Acesso em: 25 fev. 2013.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. **PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis**. *Palaeontologia Electronica*. 2001. Disponível em: < http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm >. Acesso em: 25 fev. 2013.

HE, F. L.; LEGENDRE, P.; LAFRANKIE, J. V. Distribution patterns of tree species in a Malaysian tropical rain forest. **Journal of Vegetation Science**, Uppsala, v. 8, n. 1, p. 105-114, 1997.

HENRIQUES, R. P. B.; SOUSA, E. C. E. G. de. Population structure, dispersion and microhabitat regeneration of *Carapa guianensis* in northeastern Brazil. **Biotropica**, Lawrence, v. 21, n. 3, p. 204-209, 1989.

HUBBELL, S. P. Tree dispersion, abundance and diversity in a tropical dry forest. **Science**, Washington, v. 203, n. 4387, p.1299-1309, 1979.

HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B. Diversity of canopy trees in a neotropical forest and implications for conservation. In: SUTTON, S. L.; WHITMORE, T. C.; CHADWICK, A. C. (Eds.) **Tropical Rain Forest: Ecology and Management**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1983, p. 25-41.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas do Brasil 1961 - 1990**. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/> >. Acesso em: 09 abr. 2013.

JANZEN, D. H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **The American Naturalist**, Chicago, v. 104, n. 940, p. 501-528, 1970.

- KENFACK, D. Resurrection in *Carapa* (Meliaceae): a reassessment of morphological variation and species boundaries using multivariate methods in a phylogenetic context. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 165, n. 2, p. 186–221, 2011.
- KLIMAS, C. A.; AZEVEDO, V. R.; CORREIA, M. F.; WAD, L. H. O.; KAINER, K. A. Estrutura populacional e dinâmica da regeneração de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) em dois tipos de ambientes, em Rio Branco, Acre. In.: WADT, L. H. O. (Ed.) SEMINÁRIO DO PROJETO KAMUKAIA MANEJO SUSTENTÁVEL DE PRODUTOS FLORESTAIS NÃO-MADEIREIROS NA AMAZÔNIA, 1., 2008. Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: Embrapa Acre, 2008, p. 81-86.
- KLIMAS, C. A.; CROPPER JR., W.P.; KAINER, K.A.; WADT, L.H.O. Viability of combined timber and non-timber harvests for one species: A *Carapa guianensis* case study. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v. 246, n. 10, p. 147–156, 2012.
- KLIMAS, C. A.; KAINER, K. A.; WADT, L. H. O. Population structure of *Carapa guianensis* in two forest types in the southwestern Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 250, n. 3, p. 256–265, 2007.
- LAN, G.; GETZIN, S.; WIEGAND, T.; HU, Y.; XIE, G.; ZHU, H.; CAO, M. Spatial Distribution and Interspecific Associations of Tree Species in a Tropical Seasonal Rain Forest of China. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 7, n. 9, p. 2-9, 2012.
- LEITE, A. M. C. **Ecologia de *Carapa guianensis* Aublet (Meliaceae) “Andiroba”**. 1997. 181 p. Tese (Doutorado em Biologia Ambiental) – Universidade Federal do Pará, Belém, 1997.
- LEMMON P. E. A spherical densiometer for estimating forest overstory density. **Forest Science**, Bethesda, v. 2, n. 4, p. 314–320, 1956.
- LEWIS, S. L.; BRANDO, P. M.; PHILLIPS, O. L.; HEIJDEN, G. M. F.; NEPSTAD, D. The 2010 Amazon drought. **Science**, Washington, v. 331, n. 6017, p. 554–554, 2011.
- NYIRAMANA, A.; MENDOZA, I.; KAPLIN, B. A.; FORGET, P. M. Evidence for Seed Dispersal by Rodents in Tropical Montane Forest in Africa. **Biotropica**, Lawrence, v. 43, n. 6, p. 654–657, 2011.
- PETERS, C. M. **Sustainable harvest of non-timber plant resources in tropical moist forest: an ecological primer**. Washington: Biodiversity Support Program, 1994, 45 p.
- QGIS Development Team. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project, 2013. Disponível em: < <http://qgis.osgeo.org> >. Acesso em: 20 fev. 2013.
- R Development Core Team. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R. Foundation for Statistical Computing, 2013. Disponível em: < <http://www.R-project.org> >. Acesso em: 20 fev. 2013.
- RIBEIRO, J. E. L. S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. S.; BRITO, J. M.; SOUZA, M. A. D.; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G. ; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. C.; SILVA, C. F.; MESQUITA, M. R.; PROCÓPIO, L. C. **Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central**. Manaus: INPA. 2002. 816 p.
- RIGAMONTE-AZEVEDO, V. **Dinâmica da regeneração natural de *Carapa guianensis* Aubl. na reserva florestal da Embrapa Acre, Rio Branco-AC**. 2010. 84 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2010.
- RIPLEY, B. D. Modelling spatial patterns. **Journal of the Royal Statistical Society**, Oxford, v. 39, n. 2, p. 172-212, 1977.
- SEIDLER, T. G.; PLOTKIN J. B. Seed Dispersal and Spatial Pattern in Tropical Trees. **PLoS Biology**, San Francisco, v. 4, n. 11, p. 2132–2137, 2006.
- SHANLEY, P.; MEDINA, G. (Ed.) **Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica**. Belém: Cifor/ Imazon, 2005. 300 p.
- SMITH, T. E. A scale-sensitive test of attraction and repulsion between spatial point patterns. **Geographical Analysis**, Columbus, v. 36, n. 4, p. 315–331, 2004.
- TONINI, H.; COSTA, P.; KAMISKI, P. E. Estrutura, distribuição espacial e produção de sementes de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) no sul do estado de Roraima. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 247–255, 2009.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124 p.

WADT, L. H. O.; KAINER, K. A.; GOMES-SILVA, D. A. P. Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in Southwestern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 211, n. 3, p. 371–384, 2005.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 663 p.

Recebido em 02/06/2013
Aceito para publicação em 16/01/2014

