Rev. Biol. Neotrop. 7(2):13-26, 2010

Efeito da heterogeneidade da floresta na composição de espécies de palmeiras na Amazônia Central

Stela Valenti Raupp
Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Laboratório de Estudos Ambientais, Cidade Universitária, João Pessoa, 58059-900, Paraíba, Brasil; e-mail: stelaraupp@gmail.com

Renato Cintra
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Departamento de Ecologia, Caixa Postal 478, Manaus, 69011-970, Amazonas, Brasil

Resumo: Estudos sobre a composição de espécies vegetais contribuem para compreender as interações entre as espécies e como são influenciadas por fatores ecológicos. Verificamos como a riqueza, abundância e composição de plântulas e adultos de nove espécies de palmeiras (*Attalea attaleoides, Attalea microcarpa, Euterpe precatoria, Geonoma aspidiifolia, Iriartella setigera, Oenocarpus minor, Oenocarpus bacaba, Oenocarpus bataua* e *Socratea exorrhiza*) são influenciadas pela variação espacial de componentes estruturais (troncos caídos, número de árvores, profundidade de folhiço, proporção de abertura de dossel) e da fisionomia da floresta (distância do igarapé e altitude). Coletamos dados em 40 parcelas de 50 m x 50 m na Reserva Ducke, em Manaus, Amazonas. Vetores da análise multivariada de ordenação do tipo escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) foram utilizados para avaliar como as mudanças na composição das espécies de palmeiras foram influenciadas pela heterogeneidade da floresta. Dados de abundância e riqueza foram usados em análises de regressão para avaliar a relação com as mudanças na heterogeneidade. Alguns componentes de estrutura da floresta (número de árvores) e da fisionomia (distância do igarapé e altitude) influenciaram a composição, riqueza e abundância das palmeiras, principalmente no estágio de plântula, ou seja, a especialização no nicho estabeleceu padrões de distribuição das espécies.

Palavras-chave: Arecaceae, composição, floresta de terra firme, heterogeneidade florestal, riqueza.

Effects of forest heterogeneity on palm species composition in Central Amazonia

Abstract: Studies about changes in plant composition have contributed to understand interactions among species and how they are influenced by ecological factors. We studied the effects of forest structural components (logs on the ground, number of forest trees, leaf litter depth, forest canopy opening) and forest physiognomy (distance from nearest igarapé and altitude) on richness, abundance, and composition of nine seedling and adult palm species (*Attalea attaleoides, Attalea microcarpa, Euterpe precatoria, Geonoma aspidiifolia, Iriartella setigera, Oenocarpus minor, Oenocarpus bacaba, Oenocarpus bataua,* and *Socratea exorrhiza*). We collected the data in 40 plots of 50 m x 50 m in Ducke Reserve, in Manaus, Amazonas. We used vectors resulting from non-metric multidimensional scaling (NMDS) ordination to evaluate how changes in palm composition were influenced by forest heterogeneity. Abundance and richness data were used as dependent variables in regression analysis to evaluate relationships with changes in the forest heterogeneity. Some components of forest structure (number of trees) and physiognomy (distance from nearest igarapé and altitude) affected the composition, richness, and abundance of palm species, mainly at the seedling stage, i.e., niche specialization established patterns of species distribution.

Key words: Arecaceae, composition, highland forest, forest heterogeneity, richness.

Introdução

Estudos sobre mudanças na composição de populações e comunidades de plantas são de grande importância tanto para a compreensão da interação entre as espécies como acerca da forma como elas são influenciadas por fatores ecológicos, os quais determinam padrões de diversidade local e regional (Ricklefs & Schluter, 1993; Willig et al., 2003). A heterogeneidade da estrutura das florestas tropicais é crucial para manter sua alta diversidade vegetal, por proporcionar grande variedade de nichos ecológicos (Grubb, 1977; Ricklefs, 1976; Svenning, 2001b). A variação espacial e temporal dos componentes estruturais da floresta, como abertura de dossel, profundidade de serapilheira, influências de plantas vizinhas, entre outros, produz heterogeneidade microambiental. A presença de locais mais favoráveis do que outros influencia o estabelecimento das espécies, resultando em padrões determinados de distribuição e abundância de plantas (Cintra et al., 2005; Svenning, 2001a).

As palmeiras são um dos grupos de plantas mais abundantes e diversificados em florestas tropicais (Lima-Filho et al., 2002; Scariot et al., 1989). São encontradas em todos os estratos da floresta e em todos os tipos de relevo, o que torna esse grupo favorável para estudos ecológicos relacionados a padrões de distribuição espacial (Kahn & Castro, 1985).

Na Amazônia Central, a comunidade de palmeiras apresenta variação significativa na composição das espécies relacionada com gradientes topográficos e do solo (Costa et al., 2009). Por exemplo, *Euterpe precatoria*, *Iriartella deltoidea* e *Astrocaryum murumuru* relacionam-se a solos bem drenados, enquanto *Oenocarpus bataua* e *Astrocaryum aculeatum*, a solos pouco drenados (Peres, 1994). Em pesquisas realizadas na mesma área do presente estudo (Reserva Florestal Adolpho Ducke), a abundância de 29 espécies de palmeiras adultas foi menor em áreas com maior profundidade de folhiço (Cintra et al., 2005). Entretanto, neste estudo, somente indivíduos adultos foram considerados, sendo difícil estabelecer se a variação destes componentes influenciou no padrão de distribuição desde a fase de estabelecimento das plântulas (Cintra et al., 2005; Fowler, 1988).

Visando ampliar os conhecimentos sobre a importância da heterogeneidade das florestas tropicais na distribuição de palmeiras desde os primeiros estágios de estabelecimento, realizamos o presente estudo com o objetivo de verificar como a riqueza, a abundância e a composição de plântulas e adultos de nove espécies de palmeiras são influenciadas pelas variações espaciais nos componentes estruturais e da fisionomia da floresta. Mais especificamente, testamos a hipótese de que a heterogeneidade da floresta tropical, produzida pela variação espacial de seus componentes de estrutura, influencia a abundância, a riqueza e a composição de palmeiras.

Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado na Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD) (2 55'S; 59 59'W), uma floresta ombrófila densa de terra firme (IBGE, 1992), caracterizada por não ser sazonalmente inundada pela cheia dos rios (Ribeiro et al., 1999).

Na Amazônia Central, a floresta de terra firme cobre um relevo constituído por diferentes níveis topográficos denominados platô, vertente e baixio, caracterizados por tipos de solo, declividades e dinâmicas hídricas distintas (Alencar et al., 1979). Os platôs são áreas mais elevadas, planas e de solos argilosos; os baixios são os vales na floresta, associados às áreas de solos arenosos, alagadas e com riachos (igarapés). As áreas intermediárias, com inclinação no terreno, correspondem a um ambiente fisionomicamente mais semelhante ao platô nas partes mais altas, onde o solo é argiloso, e ao baixio nas partes mais baixas, onde o solo é arenoargiloso (Goulding et al., 1988).

Existe na RFAD um divisor de águas (um platô atravessando o centro da reserva no sentido norte-sul) que separa as duas bacias hidrográficas. A leste, a bacia é formada pelas microbacias dos igarapés Tinga, Uberê e Ipiranga, que drenam suas águas para o rio Amazonas (água barrenta), enquanto para o oeste, os igarapés Barro Branco, Acará e Bolívia drenam para o rio Negro (água preta) (Figura 1). Estudos anteriores mostram que

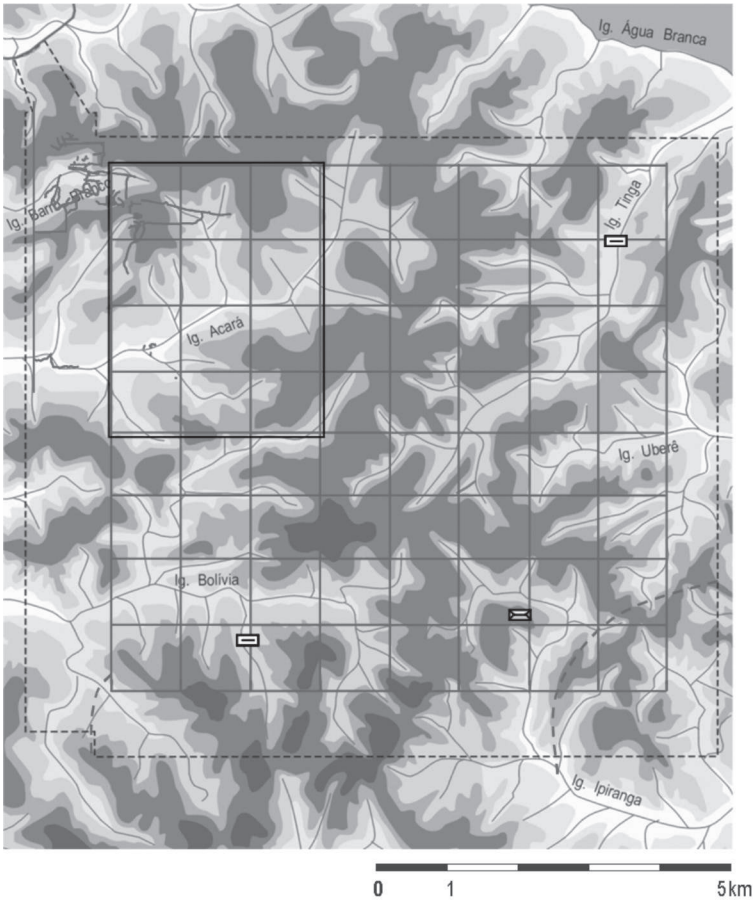

Figura 1 – Mapa de relevo com a localização das trilhas em forma de grade e igarapés na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas.
Fonte: Modificada de Aguiar et al. (2006).

existem espécies restritas a uma ou outra drenagem (Oliveira et al., 2008).

A RFAD tem um sistema regular de 18 trilhas cobrindo uma área de 64 km^2, das quais, nove têm 8 km de extensão no sentido norte-sul e 9 km no sentido leste-oeste. Em cada um dos sentidos, as trilhas são paralelas, com no mínimo 1 km de distância entre si (Figura 2). Para realizar este estudo, usamos somente parte do sistema de trilhas que cobre uma área de 12 km^2, a microbacia do igarapé do Acará, para separar *a priori* a possível influência que as cinco diferentes microbacias hidrográficas podem ter na distribuição e abundância das palmeiras.

Durante o período de estudo, entre agosto de 2007 e outubro de 2008, a precipitação local variou, tendo apresentado picos nos meses de janeiro a junho (210 mm a 447 mm) e menor precipitação acumulada nos meses de julho a dezembro (55 mm a 100 mm). Esses dados da Estação Climatológica da Reserva Florestal Adolpho Ducke foram fornecidos pela Coordenação de Pesquisas em Clima e Recursos Hídricos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

Coleta de dados

Adultos

Foram considerados todos os adultos de nove espécies de palmeiras [*Attalea attaleoides* (Barb. Rodr.) W. Boer, *Attalea microcarpa* Mart., *Euterpe precatoria* Mart., *Geonoma aspidiifolia* Spruce, *Iriartella setigera* (Mart.) H. Wendl., *Oenocarpus bacaba* Mart., *Oenocarpus bataua* Mart., *Oenocarpus minor* Mart, *Socratea exorrhiza* (Mart.) H. Wendl.] encontrados em 40 parcelas de 50 m x 50 m, distribuídas aleatoriamente em uma área de 12 km^2, sendo cada parcela considerada uma unidade amostral (Figura 2). Para propiciar maior independência entre as obser-

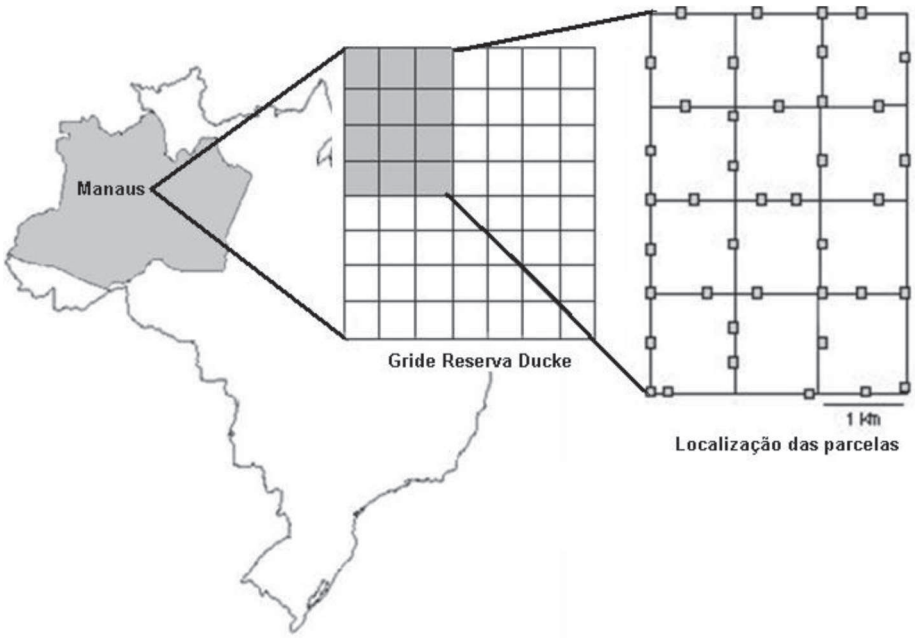

Figura 2 – Localização da Reserva Florestal Adolfo Ducke e a grade de trilhas com a localização das parcelas.

vações, as parcelas foram sorteadas, mantendo-se a distância mínima de 200 m entre elas. A demarcação dos limites das parcelas foi feita com fitas utilizando trenas de 50 m e bússola. Identificamos as nove espécies de palmeiras de acordo com Ribeiro et al. (1999) e consideramos adultos os indivíduos com sinais evidentes de atividade reprodutiva recente ou remota (presença e/ou restos de infrutescências).

Plântulas

Coletamos os dados das plântulas das nove espécies de palmeiras em duas subparcelas de 50 m x 2 m (consideradas como uma unidade amostral), alocadas dentro de cada uma das 40 parcelas de 50 m x 50 m demarcadas para o levantamento de adultos.

Consideramos plântula todos os indivíduos com até dois eófilos (primeiras folhas) totalmente formados, pois a nutrição dependente da semente caracteriza o estádio plântula (Gatsuk et al., 1980), e estudos em casa de vegetação com palmeiras indicam que a estrutura de ligação entre a plântula e a semente se deteriora por ocasião da produção do segundo eófilo (Bernarcci et al., 2008).

Os dados foram coletados no final da estação chuvosa (junho de 2007), pois é neste período que ocorrem a germinação das sementes e o estabelecimento de plântulas da maioria das espécies tropicais (Blain & Kellman, 1991; Janzen, 1967). Escolhemos este período com o intuito de adquirir dados do número máximo de indivíduos, juntando plântulas novas e antigas. Notamos a importância no levantamento de plântulas mais antigas, pois o sucesso no estabelecimento é uma resposta à sua adaptação ao nicho ocupado. Mesmo que o fato de estarem a mais tempo no local indique um crescimento lento, procuramos avaliar a sobrevivência da plântula no ambiente.

Registros de componentes da estrutura da floresta

Registramos os componentes estruturais (número de troncos caídos, número de árvores com DAP entre 10 cm e 29,9 cm, número de árvores com DAP maior do que 30 cm, profundidade de folhiço, proporção de abertura de dossel, distância do igarapé e altitude) e da fisionomia da floresta (altitude e distância de ambientes aquáticos) nas mesmas 40 parcelas de 50 m x 50 m usadas para coletar dados de plântulas e adultos. Registramos a abertura do dossel da floresta utilizando densiômetro esférico côncavo. Em cada parcela, foram realizados quatro registros (norte, sul, leste e oeste), em cada um dos cinco pontos, um no

centro e quatro a 5,0 m, na diagonal interna de cada vértice das parcelas. A proporção de abertura do dossel em cada parcela foi representada pela média dos 20 registros (quatro registros para cada um dos cinco pontos).

Registramos a profundidade do folhiço em dezembro de 2007, com o auxílio de uma vareta pontiaguda de madeira com aproximadamente 30 cm de comprimento. O número de folhas atravessadas pela vareta correspondeu à profundidade de folhiço (Cintra & Canceli, 2008). Os registros foram feitos a cada 2 m nas parcelas de 50 m x 50 m. Escolhemos o início do período chuvoso para realizar essas medições com o objetivo de coletar dados de maior profundidade de folhiço nas parcelas antes que fosse acelerada a decomposição no período chuvoso.

Dentro das parcelas, registramos todos os troncos mortos caídos no chão da floresta com comprimento mínimo de 1,0 m e diâmetro maior do que 30 cm. Limitamos essas dimensões por serem esses locais considerados potencialmente os mais utilizados tanto por pequenos e médios roedores como refúgio e para a estocagem de sementes como também de sobrevivência de plântulas em relação a locais sem troncos (Cintra, 1998; Kiltie, 1981). Usamos o número total de troncos caídos no chão por parcela como abundância.

Em cada parcela, amostramos formas de vida arbórea com diâmetro à altura do peito (DAP) de 10 cm a 29,9 cm e maior ou igual a 30 cm. Consideramos essas duas dimensões de DAP porque árvores maiores provavelmente competem com palmeiras adultas por espaço, luz e nutrientes e influenciam no estabelecimento de plântulas, pois podem causar danos pela queda de folhas e galhos (Svenning, 2001b). A abundância de árvores menores pode influenciar na abundância de adultos de espécies de menor porte competindo por espaço e nutrientes (Svenning, 2002). Usamos o número total de árvores registradas para cada parcela como abundância.

Utilizamos os dados de altitude registrados por pesquisadores do Projeto Integrado de Pesquisas da Reserva Ducke (PELD - CNPq), obtidos a cada 100 m ao longo das 18 trilhas de 8 km, por meio de teodolito e bússola. Utilizamos os valores registrados para a cota altimétrica da trilha no ponto de localização de cada parcela. Verificamos a influência da proximidade de ambientes aquáticos na distribuição das espécies de palmeiras usando imagem de satélite, registrando a distância do centro de cada parcela ao igarapé mais próximo e utilizando o programa Global Mapper versão 6.

Análises estatísticas

Como uma das premissas da análise de regressão é não haver correlação entre as variáveis independentes, antes de analisar o efeito dos componentes de estrutura da floresta na riqueza, abundância e composição de espécies de plântulas e adultos de palmeiras das nove espécies, foi realizada uma análise de correlação de Pearson com todas as variáveis independentes (número de troncos caídos, número de árvores com DAP entre 10 cm e 29,9 cm, número de árvores com DAP maior do que 30 cm, profundidade de folhiço, proporção de abertura de dossel, distância do igarapé e altitude) para verificar quais estariam correlacionadas significativamente (Tabela 1). A matriz de probabilidade de Bonferroni foi usada para avaliar se as correlações foram significativas ($p < 0,05$).

Após verificadas as significâncias das correlações entre as variáveis independentes (correlação de Pearson), incluímos em um mesmo modelo somente aquelas que não apresentavam correlações significativas. Os seguintes modelos foram utilizados em análise de regressão linear usando a riqueza e a abundância das nove espécies de palmeiras como variáveis dependentes:

MODELO 1 = constante + abundância de árvores com DAP maior do que 30 cm + abundância de troncos mortos + abertura de dossel + altitude

MODELO 2 = constante + abundância de árvores com DAP entre 10 cm e 29,9 cm + profundidade de folhiço + distância do igarapé

No uso dos modelos estatísticos descritos acima, os dados de abundância que não apresentavam distribuição normal foram normalizados realizando-se a soma de 0,5 e, posteriormente, a raiz quadrada dos dados (Sokal & Rohlf, 1981).

Tabela 1 – Matriz de correlação de Pearson para os componentes da estrutura da floresta [número de troncos caídos (TRONCOS), número de árvores com DAP entre 10 cm e 29,9 cm (DAP 10), número de árvores com DAP maior do que 30 cm (DAP 30), profundidade de folhiço (FOLHIÇO), proporção de abertura de dossel (ABDOS), distância do igarapé (DISTIG) e altitude (ALTITUDE)] coletados em 40 parcelas de 50 m x 50 m na região da microbacia do Acará, na Reserva Ducke, usados como variáveis independentes relacionadas com a abundância e a composição de nove espécies de palmeiras.

	TRONCO	DAP10	DAP30	FOLHIÇO	ABDOS	DISTIG	ALTITUDE
TRONCO	1.000						
DAP10	-0.207	1.000					
DAP30	-0.146	**0.859**	1.000				
FOLHIÇO	-0.318	0.096	0.064	1.000			
ABDOS	-0.365	0.070	0.035	**0.747***	1.000		
DISTIG	0.054	0.105	0.177	0.030	-	1.000	
ALTITUDE	0.290	-	-	-0.077	-	0.536	1.000

*significância estatística de $\rho < 0,05$ resultante da matriz de probabilidade de Bonferroni.

Para avaliar como as mudanças na composição de espécies de palmeiras foram influenciadas pela heterogeneidade da floresta (representada pelas variáveis independentes), realizamos análises multivariadas de ordenação do tipo escalonamento multidimensional não métrico (NMDS), utilizando o programa PC-ORD (McCune & Mefford, 1999).

A partir das matrizes brutas dos dados (nove espécies de palmeiras com ocorrência em 40 parcelas), construímos as matrizes de dissimilaridade, usando o índice de Bray Curtis, sobre as quais fizemos as ordenações (NMDS). Para essa análise, utilizamos as seguintes matrizes de espécies por parcelas: 1) dados qualitativos (0 = ausência, 1 = presença) de cada espécie de palmeira na fase de plântula; 2) dados quantitativos (abundância total de indivíduos de cada espécie de palmeira na fase de plântula na parcela); 3) dados qualitativos (0 = ausência, 1 = presença) de cada espécie de palmeira adulta na parcela; 4) dados quantitativos (abundância total de indivíduos de cada espécie de palmeira adulta na parcela). Usamos os vetores (NMDS) resultantes da análise de ordenação (para representar a composição das espécies) como variáveis dependentes em modelos para avaliar a influência da variação na heterogeneidade da floresta (componentes da estrutura da floresta e da fisionomia) nas mudanças na composição de espécies de palmeiras na fase de plântula e adulto. A análise de componentes principais (PCA) foi usada para sumarizar os dados de todos os componentes estruturais da fisionomia da floresta, os quais foram usados como variáveis independentes nos modelos selecionados para representar a heterogeneidade da floresta. Esse tipo de análise tem sido utilizado para vários táxons na Amazônia (Cintra et al., 2005; Costa et al., 2009; Menin et al., 2007; Zuquim et al., 2009).

Resultados e discussão

A variação na composição qualitativa e quantitativa de plântulas e adultos de palmeiras variou com a altitude (Tabela 2, Figura 3). Em floresta de terra firme, a altitude está relacionada com padrões do solo, hidrologia, drenagem e arquitetura da floresta. Isso influencia a distribuição e abundância das espécies em decorrência das adaptações a drenagem do solo e luminosidade característicos de determinada altitude, como a solos mais argilosos, encontrados nas áreas de maior altitude (platô), ou a solos mais arenosos, localizados em áreas de menor altitude (baixio) (Costa et al., 2009).

A variação na composição qualitativa e quantitativa de plântulas aumentou com a distância do igarapé (Tabela 3, Figura 3). Existe uma relação entre a sobrevivência de plântulas e a distância em relação às áreas alagadas, provavelmente devido ao estresse hídrico das sementes nos ambientes alagados próximos a ambientes aquáticos (baixio) (Losos, 1995;

Tabela 2 – Resultados das análises estatísticas para avaliar a influência de componentes de estrutura da floresta e da paisagem na composição de plântulas e adultos (representados pelos eixos NMDS) de nove espécies de palmeiras na Amazônia Central (Modelo 1).

Componente	Dados qualitativos				Dados quantitativos			
	Pillai-Trace	**F**	**DF**	**P**	**Pillai-Trace**	**F**	DF	P
Plântulas								
Proporção de abertura de dossel	0,031	0,351	3,33	0,788	0,144	2,864	2,34	0,071
Número de troncos caídos	0,025	0,282	3,33	0,838	0,196	4,133	2,34	**0,025***
Número de árvores com DAP ≥ 30 cm	0,073	0,863	3,33	0,470	0,024	0,414	2,34	0,664
Altitude	0,295	4,603	3,33	**0,008**	0,281	6,642	2,34	**0,004**
Indivíduos adultos								
Proporção de abertura de dossel	0,145	2,888	2,34	0,069	0,052	0,938	2,34	0,145
Número de troncos caídos	0,199	4,231	2,34	**0,023***	0,198	4,187	2,34	0,199
Número de árvores com DAP ≥ 30 cm	0,022	0,377	2,34	0,689	0,007	0,115	2,34	0,022
Altitude	0,450	13,936	2,34	**0,0001**	0,382	10,509	2,34	0,450

* Significativo em decorrência da presença de *outlier*.

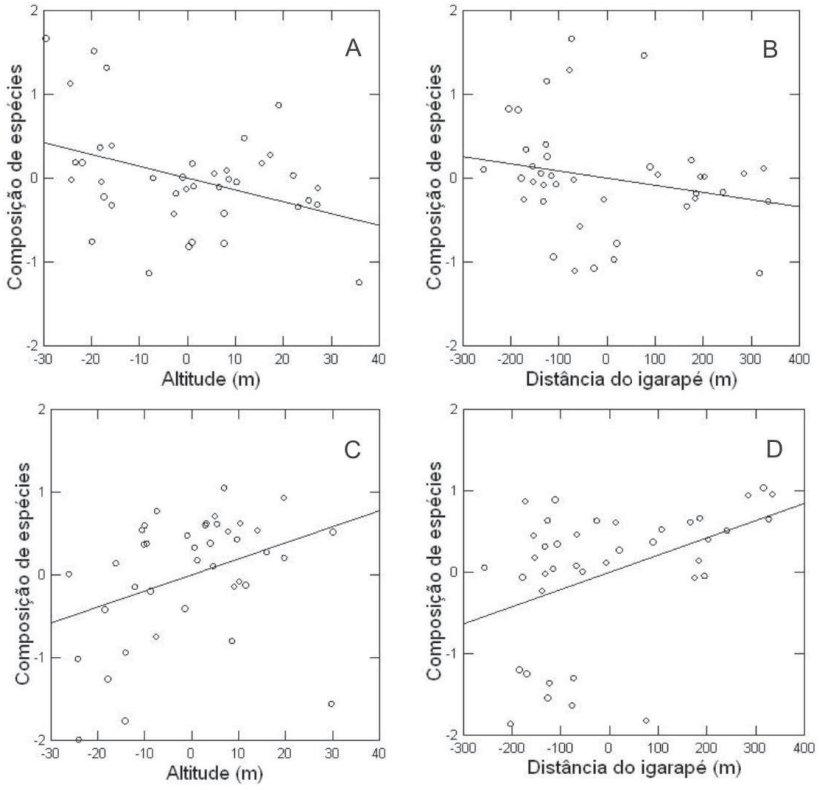

Figura 3 – Parciais dos modelos estatísticos múltiplo-lineares mostrando a relação entre as mudanças na composição qualitativa (A, B) e quantitativa (C, D) de espécies de plântulas de nove espécies de palmeiras (representada pelo eixo NMDS 3) e os componentes de estrutura da paisagem (altitude e distância do igarapé mais próximo).

Pacheco, 2001; Peres, 1994), o que diminui o número de espécies encontradas nestas áreas.

Observamos aumento na abundância de plântulas em áreas com mais árvores de menor DAP (entre 10 cm e 29,9 cm) (Tabela 4) e em áreas com menos troncos caídos no chão (Tabela 5), enquanto para adultos, a riqueza diminuiu em áreas com árvores de menor DAP. As palmeiras na fase de plântula são tolerantes a ambientes com menos luminosidade, podendo se desenvolver no solo das florestas tropicais (Matos & Amaral, 1999; Oliveira & Amaral, 2005; Oliveira et al., 2008; Rocha, 2004). O desenvolvimento de plântulas em locais com alta intensidade luminosa, em áreas mais abertas da floresta com mais troncos caídos no chão, pode causar a destruição do cloroplasto, diminuindo a fotossíntese nos primeiros estágios de desenvolvimento de algumas espécies de palmeiras (Nakazono et al., 2001; Svenning, 2001a). A diminuição na riqueza de palmeiras adultas em áreas com maior abundância de árvores com DAP entre 10 cm e 29,99 cm ocorreu, provavelmente, pela maior competição por espaço, nutrientes e luminosdade nestes locais (Svenning, 1999).

As mudanças na composição qualitativa (plântulas: Pillai-Trace = 0,206; $F_{3,34}$= 2,935; P = 0,047; indivíduos adultos: Pillai-Trace = 0,424; $F_{3,34}$= 8,338; P = 0,0001) e quantitativa (plântulas: Pillai-Trace = 0,173; $F_{2,35}$=3,666; P = 0,036; indivíduos adultos: Pillai-Trace = 0,023; $F_{2,35}$= 5,020; P = 0,0001) de plântulas e adultos das nove espécies de palmeiras aumentaram com o aumento na heterogeneidade da floresta, quando todos os componentes da estrutura foram sumarizados em uma só variável (PCA) (Figura 4).

Conclusões

Algumas espécies estudadas, como *E. precatoria* (palmiteiro) e *O. bacaba* (bacaba), são usadas em programas de manejo para extração de frutos. Notamos a importância da avaliação das condições específicas da área de distribuição natural da espécie, principalmente nos primeiros estágios de desenvolvimento, como a proporção de sombra, tipo e drenagem

Tabela 3 – Resultados das análises estatísticas para avaliar a influência de componentes de estrutura da floresta e da paisagem na composição de plântulas e adultos (representados pelos eixos NMDS) de nove espécies de palmeiras na Amazônia Central (Modelo 2).

Componente	Dados qualitativos				Dados quantitativos			
	Pillai-Trace	**F**	**DF**	**P**	**Pillai-Trace**	**F**	**DF**	P
Plântulas								
Profundidade de folhiço	0,030	0,349	3,34	0,790	0,128	2,571	2,35	0,091
Número de árvores com DAP entre 10 cm e 29 cm	0,178	2,448	3,34	0,081	0,139	2,830	2,35	0,073
Distância do igarapé	0,238	3,538	3,34	**0,036**	0,189	4,069	2,35	**0,026**
Indivíduos adultos								
Profundidade de folhiço	0,066	1,245	2,35	0,300	0,035	0,641	2,35	0,533
Número de árvores com DAP entre 10 cm e 29 cm	0,132	2,652	2,35	0,085	0,058	1,069	2,35	0,354
Distância do igarapé	0,117	2,309	2,35	0,114	0,103	2,017	2,35	0,148

Tabela 4 – Resultados das análises estatísticas para avaliar a influência de componentes de estrutura da floresta e da paisagem na riqueza de plântulas e adultos de nove espécies de palmeiras na Amazônia Central (Modelo 1).

Componente	Riqueza			Abundância		
	R^2	t	P	R^2	t	*P*
Plântulas						
Proporção de abertura de dossel	0,093	0,816	0,420	0,282	-0,825	0,415
Abundância de troncos caídos	0,093	-0,385	0,703	0,282	-2.879	**0,007**
Abundância de árvores com DAP ≥ 30 cm	0,093	-0,517	0,428	0,282	1,934	0,061
Altitude	0,093	-1,259	0,216	0,282	0,348	0,730
Indivíduos adultos						
Proporção de abertura de dossel	0,051	0,166	0,869	0,014	-0,464	0,645
Abundância de troncos caídos	0,051	-0,310	0,759	0,014	-0,391	0,698
Abundância de árvores com DAP ≥ 30 cm	0,051	-0,896	0,376	0,014	0,338	0,737
Altitude	0,051	0,930	0,359	0,014	-0,172	0,864

Tabela 5 – Resultados das análises estatísticas para avaliar a influência de componentes de estrutura da floresta e da paisagem na riqueza de plântulas e adultos de nove espécies de palmeiras na Amazônia Central (Modelo 2).

Componente	Riqueza			Abundância		
	R^2	t	*P*	R^2	t	*P*
Plântulas						
Profundidade de folhiço	0,027	0,183	0,856	0,212	-0,979	0,334
Número de árvores com DAP entre 10 cm e 29 cm	0,027	-0,789	0,435	0,212	3,031	**0,004**
Distância do igarapé	0,027	-0,554	0,583	0,212	-0,631	0,532
Indivíduos adultos						
Profundidade de folhiço	0,178	0,666	0,510	0,034	0,985	0,331
Número de árvores com DAP entre 10 cm e 29 cm	0,178	-2,173	**0,036**	0,034	0,382	0,705
Distância do igarapé	0,178	1,852	0,072	0,034	-0,242	0,810

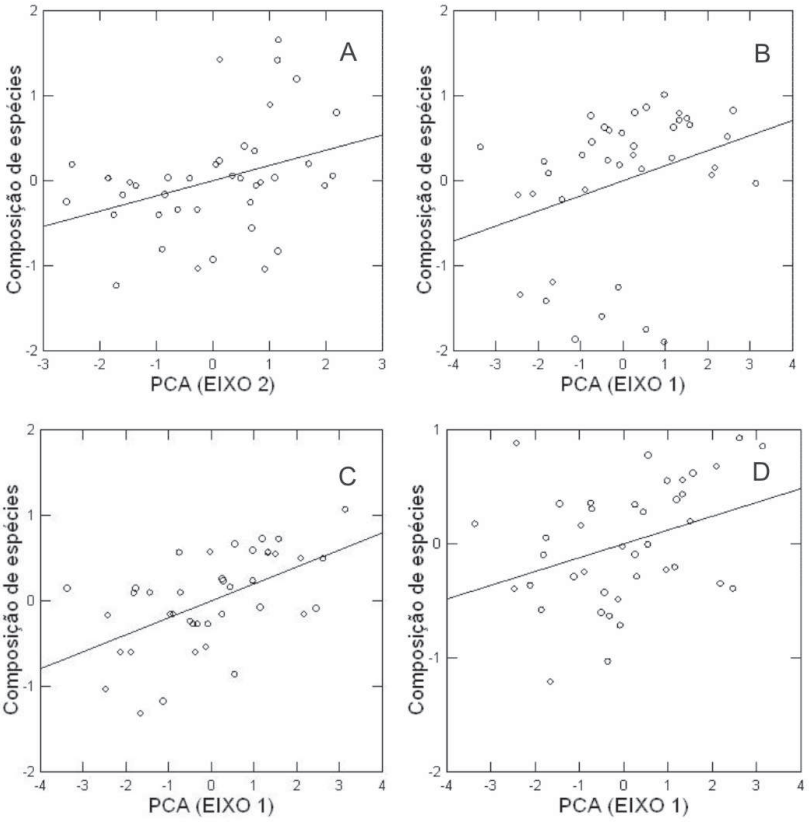

Figura 4 – Parciais dos modelos estatísticos múltiplo-lineares mostrando a relação entre as mudanças na composição qualitativa (A) e quantitativa (B) das plântulas de nove espécies de palmeiras (representada pelo eixo NMDS 3) e entre as mudanças na composição qualitativa (C) e quantitativa (D) das nove espécies de palmeiras adultas (representada pelo eixo NMDS 1) e a heterogeneidade da floresta (sumarizada pelo eixo PCA e representada pelo eixo 1).

do solo e proximidade de árvores de menor porte, para a implantação das espécies nas áreas de plantio.

Encontramos relação entre a abundância de plântulas e a riqueza de adultos das nove espécies estudadas e a abundância de árvores com DAP entre 10 cm e 29,99 cm. Entretanto, as árvores maiores (DAP ≥ 30) não apresentaram relação significativa, evidenciando a importância do levantamento de árvores de menor DAP em estudos futuros com estabelecimento e distribuição de populações de palmeiras.

Outros fatores, além dos aqui citados, podem estar influenciando na distribuição das plântulas, como o tempo de crescimento e eventos que possam influenciar no estabelecimento destas, como a fecundidade ou as diferenças em produção de sementes, predação e dispersão (Molofsky & Fisher, 1993; Steven, 1994). Na floresta de terra firme amazônica, os padrões de distribuição dos componentes estruturais da floresta acompanham as condições de solo e drenagem, que estão relacionados à altitude, resultando em variação da distribuição das espécies e, consequentemente, na composição e abundância das palmeiras nas áreas estudadas. A composição de espécies das palmeiras acompanhou a variação no micro habitat, sendo a especialização no nicho importante na coexistência das espécies.

Referências

Aguiar, N. O., T. L. Gualberto & E. Franklin. 2006. A medium-spatial scale distribution pattern of Pseudoscorpionida (Arachnida) in agradient of topography (altitude and inclination), soil factors, and litter in a central Amazonia forest reserve, Brazil. Braz. J. Biol. 66: 791-802.

Alencar, J. C., R. A. Almeida & N. P. Fernandes. 1979. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. Acta Amaz. 9: 163-198.

Bernarcci, L. C., F. R. Martins & F. A. M. Santos. 2008. Estrutura de estágios ontogenéticos em população nativa da palmeira *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae). Acta Bot. Bras. 22: 119-130.

Blain, D. & M. Kellman. 1991. The effect of water supply on tree seed germination and seedling survival in a tropical seasonal forest in Veracruz, Mexico. J. Trop. Ecol. 7: 69:83.

Cintra, R. 1998. Sobrevivência pós-dispersão de sementes de plântulas de três espécies de palmeiras em relação a presença de componentes da complexidade estrutural da floresta Amazônica, p. 83-98. *In*: C. Gascon & P. Montinho (Eds), Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo. Manaus, Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia.

Cintra, R., A. de C. Ximenes, F. R. Gondim & M. S. Kropf. 2005. Forest spacial heterogeneity and palm richness, abundance and community composition in Terra Firme Forest, Central Amazon. Rev. Bras. Bot. 28: 75-84.

Cintra, R. & J. Cancelli. 2008. Effects of forest heterogeneity on occurrence and abundance of the scale-backed antbird, *Hylophylax poecilinotus* (Aves: Thamnophilidae) in the Amazon forest. Rev. Bras. Zool. 25: 630-639.

Costa, F. R. C., J. L. Guillaumet, A. P. Lima & O. S. Pereira. 2009. Gradients within gradients: The mesoscale distribution patterns of palms in a central Amazonian forest. J. Veget. Sci. 20: 69-78.

Fowler, N. L. 1988. What is a safe site?: Neighbor, litter, germination date, and patch effects. Ecology, 69: 947-961.

Gatsuk, L. E., O. V. Smirnova, L. I. Vorontzova, L. B. Zaugolnova & L. A. Zhukova. 1980. Age states of plants of various growth forms: a review. J. Ecol. 68: 675-96.

Goulding, M., M. L. Carvalho & E. G. Ferreira. 1988. Rio Negro, rich life in poor water. SPB Academic Publishing, The Hague, 200 p.

Grubb, P. J. 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: The importance of the regeneration niche. Biol. Rev. 52: 107-145.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1992. Manual técnico da vegetação brasileira. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro, 92 p.(Manuais Técnicos em Geociências, 1).

Janzen, D. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. Evolution, 21: 620-637.

Kahn, F. & A. Castro. 1985. The palm community in a forest of central Amazonia, Brazil. Biotropica, 17: 210-216.

Kiltie, R. A. 1981. distribution of palm fruits on a rain forest floor: why white-lipped peccaries forage near objects. Biotropica, 13: 141-145.

Lima-Filho, D. A., J. Revilla, L. S. Coêlho, J. F. Ramos, J. L. Santos & J. G. Oliveira. 2002. Regeneração natural de três hectares de floresta ombrófila densa de terra firme na região do rio Urucu, Amazonas, Brasil. Acta Amaz. 32: 555-569.

Losos, E. 1995. Habitat specificity of two palm species: experimental transplantation in Amazonian successional forests. Ecology, 76: 2595-2606.

Matos, F. D. A. & I. L. Amaral. 1999. Análise ecológica de um hectare em floresta ombrófila densa de terra-firme, estrada da várzea, Amazonas, Brasil. Acta Amaz. 29: 365-379.

McCune, B. & M. J. Mefford. 1999. PC-ORD: multivariate analysis of ecological data. Version 4.0. MjM software Design, Gleneden Beach.

Menin, M., A. P. Lima, W. E. Magnusson & F. Waldez. 2007. Topographic and edaphic effects on the distribution of terrestrially reproducing anurans in central Amazonia: mesoscale spatial patterns. J. Trop. Ecol. 23: 539-547.

Molofsky, J. & B. L Fisher. 1993. Habitat and predation effects on seedling survival and growth in shade-tolerant tropical trees. Ecology, 74: 261-265.

Nakazono, E. M., M. C. Costa, K.Futatsugi & M. T. S. Paulilo. 2001. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. Rev. Bras. Bot. 24: 173-179.

Oliveira, A. N. & I. L. Amaral. 2005 Aspectos florísticos, fitossociológicos e ecológicos de um sub-bosque de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. Acta Amaz. 35: 1-16.

Oliveira, A. N., I. L. Amaral, M. B. P. Ramos, A. D. Nobre, L. B. Couto & R. M. Sahdo. 2008. Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. Acta Amaz. 38: 627-642.

Pacheco, M. A. W. 2001. Effects of flooding and herbivores on variation in recruitment of palms between habitats. J. Ecol. 89: 358-66.

Peres, C. A. 1994. Composition, density, and fruiting phenology of arborescent palms in an Amazonian terra firme forest. Biotropica, 26: 285-294.

Ribeiro, J. E. L. S, M. J. G. Hopkins, A. Vicentini, C. A. Sothers, M. A. S. Costa, J. M. Brito, M. A. D. Souza, L. H. P. Martins, L. G. Lohmann, P. A. C. L. Assunção, E. C. Pereira, C. F. Silva, M. R. Mesquita & L. C. Procópio. 1999. Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. INPA, Manaus, 816 p.

Ricklefs, R. E. 1976. Environmental heterogeneity and plant species diversity: a hypothesis. Am. Nat. 3: 376-381.

Ricklefs, R. E. & D. Schluter. 1993. Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives. University of Chicago, Chicago, 414 p.

Rocha, E. 2004. Potencial ecológico para o manejo de frutos de açaizeiro (*Euterpe precatoria* Mart.) em áreas extrativistas no Acre, Brasil. Acta Amaz. 34: 237-250.

Scariot, A. O., A. T. Oliveira Filho & E. Lleras. 1989. Species richness, density and distribution of palms in an eastern Amazonian seasonally flooded forest. Principies, 33: 172-179.

Sokal, R. R. & F. J. Rohlf. 1981. Biometry. W. H. Freeman and Company, New York, 859 p.

Steven, D. 1994. Tropical tree seedling dynamics: recruitment patterns and their population consequences for three canopy species in Panama. J. Trop. Ecol. 10: 369-383.

Svenning, J. C. 2002. Crown illumination limits the population growth rate of a neotropical understorey palm (*Geonoma macrostachys*, Arecaceae). Plant Ecol. 159: 185-199.

Svenning, J. C. 1999. Microhabitat specialization in a species-rich palm community in Amazonian Ecuador. J. Ecol. 87: 55-65.

Svenning, J. C. 2001a. Environmental heterogeneity, recruitment limitation and the mesoscale distribution of palms in a tropical montane rain forest (Maquipucuna, Ecuador). J. Trop. Ecol. 17: 97-113.

Svenning, J. C. 2001b. On the role of microenvironmental heterogeneity in the ecology and diversification of neotropical rainforests palms (Arecaceae). Bot. Rev. 67: 1-53.

Willig, M. R., D. M. Kaufman & R. D. Stevens. 2003. Latitudinal gradients of biodiversity: pattern, process, scale, and synthesis. Ann. Rev. Ecol. Syst. 34: 273-309.

Zuquim, G., F. R. C. Costa, J. Prado & R. Braga-Neto. 2009. Distribution of pteridophyte communities along environmental gradients in Central Amazonia, Brazil. Biodiv. Cons. 18: 151-166.

Recebido em 13/II/2010
Aceito em 24/X/2010