

Comparação entre Floresta Primária e Secundária com Ocorrência de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart.: Estudo de Caso na Amazônia Oriental

Giovânia Carvalho Araújo¹, Raimundo Cosme de Oliveira Junior²,
Francisco de Assis Oliveira³, João Ricardo de Vasconcellos Gama⁴,
Danielly Caroline Miléo Gonçalves¹, Larissa Santos de Almeida¹

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Instituto de Ciências Agrárias,
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

²Núcleo de Apoio a Pesquisa e Transferência de Tecnologia – NAPT Médio Amazonas, Embrapa Amazônia Oriental

³Pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

⁴Instituto de Biodiversidade e Floresta, Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA

RESUMO

Foram avaliadas duas florestas naturais com ocorrência de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart., sendo uma primária e outra secundária, em termos de caracterização florística, transmitância da radiação fotossinteticamente ativa e serapilheira, localizadas na comunidade Araipá (4° 0' 46.70" S e 55° 33' 9.35" W), no município de Aveiro, Estado do Pará, ao longo do eixo perpendicular à margem direita do Rio Tapajós. As alterações ecológicas resultantes da cultura agrícola de corte e queima ocasionam um aumento desordenado de indivíduos da *A. maripa*, funcionando esta, portanto, como uma indicadora de antropização desses ecossistemas.

Palavras-chave: radiação, palmeiras, serapilheira.

Comparison between Primary and Secondary Forest with the Occurrence of *Attalea maripa* (Aubl.) Mart.: a Case Study in the Eastern Amazon

ABSTRACT

Two natural forests, one primary and one secondary, with the occurrence of *Attalea maripa* (Aubl.) Mart., located in the community of Araipá (4° 0' 46.70" S and 55° 33' 9.35" W), municipality of Aveiro – State of Para, Brazil, along the axis perpendicular to the right margin of Tapajos River, were evaluated in terms of floristic characterization, transmittance of photosynthetic active radiation and litter. The ecological changes resulting from the cutting and burning crop causes uncontrolled increase of individuals of *A. maripa*, acting, therefore, as an indicator of human disturbance of these ecosystems.

Keywords: radiation, palm trees, litter.

1. INTRODUÇÃO

O dossel de uma floresta pode influenciar a quantidade e a qualidade de radiação que passa através dele (Pezzopane et al., 2005). Dessa forma, a radiação fotossinteticamente ativa (RFA), um dos fatores responsáveis pela grande biodiversidade e principal fonte para processos físicos, biológicos e químicos (Spolador et al., 2006), pode variar em função da arquitetura da copa das árvores (Oliveira & Carvalho, 2008). Da radiação total incidente, apenas 44% desta ocorre a comprimentos de onda satisfatórios para fotossíntese; porém, ainda assim, a produtividade primária pode cair bem abaixo do máximo possível (Begon et al., 2006).

A partir da fotossíntese, há produção de biomassa pela floresta, a qual será disponibilizada como fonte de nutrientes para as espécies vegetais na forma de serapilheira. A circulação de nutrientes depende dos ciclos geoquímico, biogeoquímico e bioquímico, os quais influenciam a Eficiência de Utilização de Nutrientes (EUN) e também são influenciados por esta. A sua análise mostra-se importante na seleção das técnicas de manejo, pois a estabilidade do balanço de nutrientes em curto, médio e longo prazo contribui, entre outros fatores, para a sustentabilidade do ecossistema florestal (Santana et al., 2002).

A serapilheira desempenha dois dos maiores papéis nos ecossistemas florestais: é parte inerente do ciclo de nutrientes e funciona como proteção da superfície do solo, regulando as condições microclimáticas, alterando as condições ambientais e influenciando espécies sensíveis à sua acumulação (Sousa, 2007). Nas florestas naturais, o ciclo dos nutrientes ocorre sem perturbações, sendo uma circulação rápida de substâncias nutritivas. Porém, em áreas exploradas, a consequente retirada de nutrientes altera as condições do ecossistema e a produtividade futura, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais, que dependem exclusivamente do processo de circulação de nutrientes para a manutenção das florestas (Alho, 1992).

Atualmente, os impactos ambientais na Amazônia, causados principalmente por meio de práticas agrícolas, da pecuária e de grilagem de terra, têm ocasionado o desaparecimento de grandes

extensões de floresta primária e forte degradação do solo, determinando o surgimento de grandes populações quase homogêneas de palmeiras (Miranda & Rabelo, 2006). Na área de estudo, a palmeira *Attalea maripa* (Aubl.) Mart., vulgarmente conhecida como inajá, destaca-se entre as demais por sua alta ocorrência em áreas abertas com grande incidência de luz. Essa espécie possui uma alta plasticidade, tendo uma ampla ocorrência em diferentes ambientes, desde matas fechadas a pastos.

A partir das constatações de campo e do referencial teórico, esta pesquisa objetiva testar a hipótese de que florestas resultantes de ação antrópica apresentam maior densidade de indivíduos de *A. maripa* do que florestas primárias, em razão da maior quantidade de radiação independente da serapilheira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A comunidade Araipá (4° 0' 46.70" S e 55° 33' 9.35" W), no município de Aveiro, Estado do Pará, localizada ao longo do eixo perpendicular à margem direita do Rio Tapajós, possui 184 pessoas, sendo a maioria agricultores de subsistência, destacando-se os cultivos de *Zea mays* L. (milho), *Oryza sativa* L. (arroz) e *Manihot esculenta* Crantz (mandioca) (Béliveau, 2007).

O clima é quente e úmido, do tipo Am, segundo a classificação de Köppen, com temperatura e pluviosidade elevadas. A temperatura média anual é de 25,6 °C, com valores médios para a máxima de 31 °C e, para a mínima, de 22,5 °C. A umidade relativa apresenta valores acima de 80%, em quase todos os meses do ano.

A pluviosidade aproxima-se dos 2.000 mm anuais. As estações chuvosas são entre os meses de dezembro a junho e as menos chuvosas, de julho a novembro (Sablayrolles & Andrade, 2009). Os solos predominantes são Latossolos Amarelo Distrófico, caracterizados por diferentes texturas, geralmente profundo, ácido, friável e revestido por florestas densas. Como variação dessa unidade, ocorre o Latossolo Amarelo Distrófico Plíntico, de textura média e argilosa. Os Argissolos Vermelho-Amarelo

também ocupam grande porção da área (Brasil, 1976; WRB, 2006).

2.2. Procedimento de campo

Foram escolhidas, na comunidade Araipá, uma floresta primária (FP) e uma secundária (FS), sendo demarcado em cada uma um transecto de 10 m de largura por 300 m de comprimento nas direções leste-oeste e oeste-leste, respectivamente. Em cada transecto, no eixo central do mesmo, a cada 10 m e alternadamente para esquerda e para a direita foi definido um ponto de amostragem a 2,5 m do eixo, totalizando 30 pontos amostrais de radiação e serapilheira. Dentro dos transectos, também foi realizado um levantamento florístico com base na altura (Ht) e na circunferência à altura do peito (CAP). Cada transecto foi dividido em três parcelas de 10 × 100 m, nas quais foram amostrados indivíduos com CAP ≥ 47,1 cm; nas subparcelas de 10 × 50 m; indivíduos com 31,4 cm ≤ CAP < 47,1 cm; em subparcelas de 10 × 5 m, indivíduos com 15,7 cm ≤ CAP < 31,4 cm; nas subparcelas de 10 × 2,5 m, indivíduos com Ht ≥ 1,5 m até CAP < 15,7 cm; em subparcelas de 10 × 1 m, indivíduos com 0,3 m ≤ Ht < 1,5 m (Synnot, 1979, com adaptações). Após a identificação das espécies, seus nomes, bem como os respectivos autores, foram confirmados e atualizados por meio dos dados nomenclaturais do banco de dados do Missouri Botanical Garden (Mobot, 2010)

Para a avaliação da estrutura vertical, foi considerada a classificação em três estratos: inferior (Ht ≤ 1,5 m), médio (1,5 m < Ht ≤ 4,0 m) e superior (Ht > 4,0 m). Posteriormente, foi calculado o Valor Fitossociológico (VF) de cada estrato e, finalmente, foram obtidas as estimativas dos valores da Posição Sociológica Relativa (PSR) de cada espécie na comunidade vegetal (Finol, 1971). A composição florística foi avaliada a partir dos índices de diversidade de Shannon-Weaver (H'), Coeficiente de Mistura de Jentsch (QM) e de Similaridade de Sorensen (SO) (Brower & Zar, 1984). Baseando-se nas alturas máxima, média e mínima das espécies registradas, foi feito um diagrama do perfil vertical das florestas, no qual a quantidade de palmeiras foi representada

de forma parcial, dando uma visão da distribuição destas em meio a outras espécies.

A RFA transmitida pelo dossel foi obtida por meio de sensores (sensores de quantum -Li-190 400-700 nm da LICOR) acoplados a um datalogger LI-1400 (Li-COR Inc., Lincoln, Nebraska, USA) programado para coleta instantânea das medidas em mmol m⁻² s⁻¹ (Muniz, 2004; Pezzopane et al., 2005). As medidas dentro da floresta foram feitas a 1,5 m e a 4,0 m de altura acima do solo. Na área sem cobertura florestal, a RFA foi medida a 1,0 m de altura acima do solo com o sensor acoplado a um medidor de luz (LI-250 Light Meter, Li-COR Inc., Lincoln, Nebraska, USA), o qual registrou valores de 30 em 30 segundos, obtendo-se uma média por minuto. Para o cálculo da transmitância da RFA (t%), foi utilizada a seguinte expressão (Chaves et al., 2007) (Equação 1):

$$t\% = (RFA_A/RFA_B) \times 100$$

em que:

RFA_A = Radiação Fotossinteticamente Ativa abaixo do dossel; RFA_B = Radiação Fotossinteticamente Ativa a céu aberto.

As amostras da serapilheira foram coletadas com um gabarito com dimensões de 0,25 × 0,25 m, com 0,0625 m² de área e 0,08 m de altura de camada, com um volume de coleta de 0,005 m³. Esse equipamento permite proceder ao corte do material orgânico da serapilheira até a superfície do solo com auxílio de espátula. As amostras foram pesadas e colocadas para secar em estufa sob temperatura de 64 °C durante 24 horas; em seguida, foram divididas em três frações: folhas, galhos e miscelâneas, sendo obtida a massa seca (g) de cada fração com precisão de centésimos (0,001). Foram, então, moídas em moinho tipo Willey e submetidas à digestão total com ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio a 300 °C (Salinas & Garcia, 1985) no Laboratório de Solos da Universidade Luterana do Brasil-ULBRA, Santarém-PA.

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental. As leituras dos elementos Ca, Mg, Cu, Mn, Fe e Zn foram realizadas por espectrofotometria de absorção atômica (marca VARIAN - Modelo FS 220 - Para leituras sequenciais de elementos). A eficiência do uso de nutrientes (EUN) foi calculada

usando-se a definição padrão: massa seca/conteúdo de nutrientes na serapilheira (Vitousek, 1984).

2.3. Análise estatística

Por meio do teste de Shapiro-Wilk, observou-se que os dados não seguem uma normalidade. Para verificar a diferença estatística da transmitância (t%) da RFA entre as alturas 1,5 e 4,0 m, dentro de cada floresta nos dois períodos do dia, foi realizado o Teste *t-Student* pareado ($p < 0,05$) com os dados transformados em logaritmo neperiano (ln), com o objetivo de estes seguirem uma normalidade.

Para verificar se há diferença na t% da RFA entre as florestas, foi utilizado o teste de *Mann-Whitney*, conhecido também como *Teste U de Wilcoxon-Mann-Whitney*, que é uma prova não paramétrica destinada a comparar duas amostras independentes do mesmo tamanho ou desigual, cujos escores tenham sido mensurados pelo menos em nível ordinal. O programa computacional utilizado foi BioEstat 5.0 (Ayres et al., 2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição florística

Foram registrados na FP 619 indivíduos distribuídos em 100 espécies, pertencentes a 35 famílias. As famílias com maior número de espécies foram Fabaceae (25 espécies), Sapotaceae (8), Apocynaceae (5) e Lauraceae (5). Na FS, foram registrados 195 indivíduos distribuídos em 32 espécies, pertencentes a 19 famílias. A família com maior número de espécies foi a Fabaceae (8). Observa-se que a família dominante nas duas florestas, quanto ao número de espécies, é a Fabaceae;

entretanto, considerando-se o número de indivíduos, a Arecaceae teve o maior número nas duas florestas.

Na FP, foi registrada uma alta quantidade de indivíduos (384) de *A. maripa* no Estrato Inferior (EI) (62.1%); porém, não foi registrado nenhum indivíduo dessa espécie no Estrato Médio (EM) e apenas três indivíduos (0.49%) no Estrato Superior (ES) (Tabela 1). Na FS, *A. maripa* teve indivíduos nos três estratos considerados, com 60 (30.8%) no EI, 24 (12.3%) no EM e cinco (2.6%) no ES.

A maior ocorrência de *A. maripa* no EI na FP, uma próxima a outra, pode ter relação com a atuação dos dispersores das sementes; na medida em que estas possuem menos reserva energética para o embrião, logo estariam perdendo atratividade para outras sementes de palmeiras que possuem mais reservas. Assim, as sementes não estariam sendo dispersas homoganeamente por seus dispersores, ficando próximas da planta mãe. Outra hipótese é a forma de dispersão feita pelo homem para armadilhas de caça (Salm, 2005).

Outra razão para o banco de plântulas de *A. maripa* na FP é a insuficiência de luz solar, o que resulta na estagnação das mesmas; dessa forma, estas ficam à espera de um distúrbio que aumente a disponibilidade de luz adequada ao seu desenvolvimento; sem isso, elas apenas emitem folhas, sem apresentar crescimento caulinar, o que representa o estresse causado pela falta de luz. Nas florestas secundárias e em áreas abertas, a alta densidade de indivíduos adultos de *A. maripa* pode ser atribuída a duas causas: são poupadas na derrubada da floresta, por serem espécies de uso das comunidades ou de difícil derrubada, e resistem a queimadas, rebrotando novamente; além disso, o fogo facilita a germinação das sementes. Então, com a conseqüente exposição à luz solar, elas se

Tabela 1. Porcentagem de indivíduos totais e, em parênteses, dos indivíduos da *Attalea maripa* (Aubl.) Mart.; diversidade e similaridade florística da floresta primária (FP) e secundária (FS) na comunidade Araipa, Aveiro, Estado do Pará, Amazônia Oriental.

Table 1. Percentage of total individuals and in parentheses of *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. and floristic diversity and similarity of primary forest (PF) and secondary (SF) in the community Araipa, Aveiro, Pará, Eastern Amazon.

	EI (%)	EM (%)	ES (%)	VTA	S	DA	H'	QM	SO
FP	69.5 (62.1)	5.2 (0)	25.4 (0.49)	619	100	5030	3,69	1: 6,19	0,23
FS	39 (30.8)	26.7 (12.3)	26.7 (12.3)	195	32	1715	2,95	1: 6,09	

EI = Estrato Inferior; EM = Estrato Médio; ES = Estrato Superior; VTA = Valor Total Absoluto; S = riqueza de espécies; DA = Densidade Absoluta; H' = Índice de Shannon-Weaver; QM = Coeficiente de Mistura de Jentsch; SO = Similaridade de Sorensen.

estabelecem no ambiente, competindo com espécies pioneiras (Kahn & Granville, 1992).

As espécies que se destacaram na FP, quanto à PSR, foram: *A. maripa* (7,73%), *Inga ingoides* (Rich.) Willd (6,23%), *Guapira venosa* (Choisy) Lundell (6,04%) e *Ormosia arborea* (Vell.) Harms (4,41%). Na FS, foram: *Vismia brasiliensis* Choisy (12,91%), *Miconia lepidota* Schrank & Mart. ex DC.(11,03); *Casearia commersoniana* Cambess. (9,18%) e *Attalea maripa* (4,44%). O valor mais alto para *A. maripa* na FP pode ter sido influenciado pela grande quantidade de indivíduos no EI, uma vez que a mesma não teve indivíduos no EM. As espécies que apresentam distribuição vertical regular têm maiores chances de permanecer, enquanto as espécies que só ocorrem no estrato superior, ao morrerem ou se forem cortadas, são eliminadas da composição florística da floresta.

O valor do H' foi menor na FS (2,95). Espírito-Santo et al. (2005), estudando uma floresta primária e outra secundária na Floresta Nacional do Tapajós no Pará, encontraram valores de H' de 4,44 e 4,09, respectivamente, indicando uma alta biodiversidade biológica para essas duas fitofisionomias. Em um parque zoobotânico no município de Santarém-PA, Tsukamoto Filho et al. (2007) registraram 3,779 de H'. Gama et al. (2002) notaram que a diversidade

muda de acordo com os níveis de abordagem do inventário florestal; portanto, recomendam que as comparações devem ser restritas às mesmas classes de tamanho ou realizadas com bastante cautela.

O QM nas duas florestas foi, em média, de seis indivíduos por espécie. Esse dado significa que essas florestas são heterogêneas, com elevada riqueza de espécies pouco representadas, principalmente a FP. Valores semelhantes (1:6) a esse foram registrados por Gama et al. (2007) em uma Floresta Ombrófila Aberta com palmeiras, no Estado do Maranhão. O Índice de Similaridade de Sorensen indicou que, entre as florestas, ocorreram 15 espécies em comum, com um coeficiente de 0.23, o que significa que, caso uma espécie seja aleatoriamente sorteada, ela possui 23% de probabilidade de pertencer a uma das duas florestas.

Na Figura 1, está representado o diagrama do perfil das florestas, o qual demonstra a distribuição vertical de palmeiras, especificamente *A. maripa*. Na FP, as árvores têm, em média, 13 m de altura e, na FS, a altura média é de 7,5 m.

Segundo Moscovich (2006), a penetração da luz na floresta está em função da disposição e da altura dos indivíduos ao longo do perfil vertical, sendo tal disposição a causa da formação de grupos de plantas com hábitos similares, que ocupam os

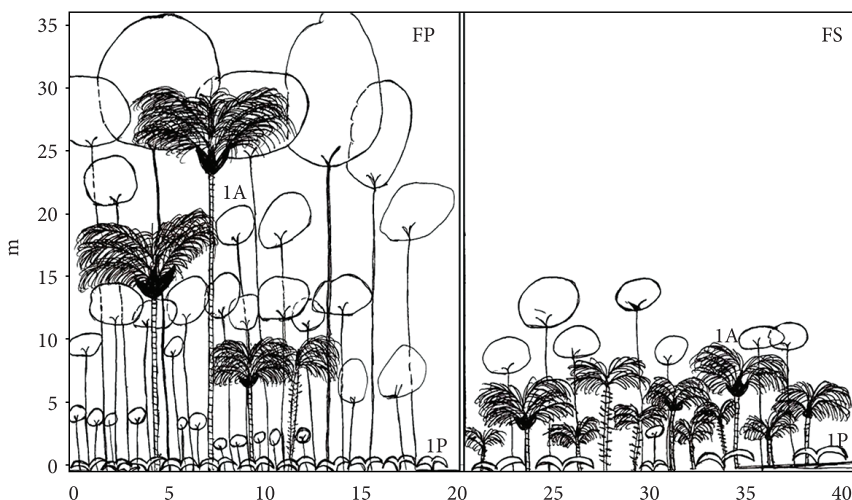


Figura 1. Diagrama do perfil das duas florestas da comunidade Araipá, Aveiro, Amazônia Oriental. FP = Floresta Primária; FS = Floresta Secundária; 1A = Adultos de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart.; 1P = Plântulas de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart.

Figure 1. Diagram of the profile of the two community forests Araipá, Aveiro, Eastern Amazon. PF = Primary Forest; Secondary Forest = FS; 1A = Adults of *Attalea maripa* (Aubl.) Mart.; 1P = *Attalea maripa* seedlings (Aubl.) Mart.

mesmos nichos ecológicos e desempenham funções semelhantes. *A. maripa* pertence ao grupo ecológico clímax de luz, aquelas cujas sementes conseguem germinar nas condições de sombra do sub-bosque, embora necessitem de luz abundante para crescer e atingir o dossel. É registrada alta densidade de plântulas na FP sob a sombra em níveis de estresse, o que é constatado pelo lançamento de folhas para uma maior captação da radiação que chega ao subosque (Kahn & Granville, 1992; Oliveira-Filho, 1994).

3.2. Transmitância da Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA)

Houve diferença estatística entre a t% da RFA entre as alturas 1,5 e 4,0 m, (Teste “t”, $p < 0,05$) nos dois períodos do dia, com exceção da FS, na qual não houve diferença estatística entre as alturas ($p = 0,2131$) no período da tarde (Tabela 2). Isso pode estar relacionado com o movimento da folhagem pelo vento no momento da medição, resultando na passagem de radiação diretamente para o subosque da floresta.

Segundo Lüttge (2008), a variação de luz dentro das florestas pode estar também relacionada com o movimento das folhas pelo vento ou as mudanças no ângulo do Sol, o que permite a penetração de *sunflecks* por períodos intermitentes de tempo. Quando o dossel apresenta falhas (clareiras), estas podem contribuir para uma maior incidência direta da radiação sobre o sensor de medição próximo ao solo (Spolador et al., 2006). Segundo Pezzopane et al. (2005), em função da heterogeneidade do dossel da

floresta, este é um tipo de problema que pode surgir quando se usam sensores pontuais.

A diferença estatística da t% da RFA entre as alturas consideradas significa que essas florestas possuem conjunto de espécies vegetais em diferentes estágios de crescimento, formando gradientes verticais com diferentes disponibilidades de fatores ambientais, como a luz (Lüttge, 2008). Esse arranjo, note-se, reflete no resultado complexo e dinâmico das interações fisiológicas e evolutivas entre a vegetação e o ambiente (Silva et al., 2010).

Pezzopane et al. (2005) encontraram uma transmissividade média de RFA de 8,0% a 1,0 m de altura em um fragmento da Mata Atlântica, denotando a influência dos estratos superiores na disponibilidade energética no sub-bosque da floresta. Moura et al. (2000), analisando o perfil da RFA dentro de ambiente de floresta da Região Amazônica, encontraram a 2,5 m valores percentuais de 2,6, 1,2 e 1,0% da radiação incidente acima do dossel, em dias com céu limpo, parcialmente nublado e nublado, respectivamente. Na Amazônia, em floresta tropical úmida, a transmissão da radiação no nível do solo variou de 1,2% em Manaus-AM (Shuttleworth et al., 1984) a 4,7%, em Tucuruí-PA (Januário et al., 1992).

O gráfico *box-plot* mostra, por meio das posições e amplitudes dos *boxes*, e do comprimento das linhas verticais, a evidência das diferenças entre as distribuições da t% da RFA entre as duas florestas da comunidade Araipá (Figura 2).

Houve diferença estatística nas quatro situações demonstradas na Figura 2. Os fatores que

Tabela 2. Diferença estatística pelo teste T da transmitância (t%) da RFA entre as alturas de 1,5 m e 4,0 m na floresta primária (FP) e secundária (FS) na comunidade Araipá, município de Aveiro, Estado do Pará, Amazônia Oriental.
Table 2. Statistical difference by t test of the transmittance (T%) of the RFA among the heights of 1.5 m and 4.0 m in primary forest (PF) and secondary (SF) in the community Araipá, Aveiro municipality, State of Pará, Eastern Amazon.

	Manhã				Tarde			
	FP		FS		FP		FS	
Altura (m)	1,5	4,0	1,5	4,0	1,5	4,0	1,5	4,0
t %	0,96	2,21	4,11	14,67	1,82	3,09	12,4	13,63
Desvio padrão	0,66	3,04	4,24	17,76	4,01	5,98	9,36	13,33
T	-3,67		-6,62		-4,9926		1,273	
P	0,0010		0,0001		0,0001		0,2131	

Obs: O teste t foi feito com os dados transformados em logaritmo neperiano (ln), com o objetivo de estes seguirem normalidade ($p > 0,05$).

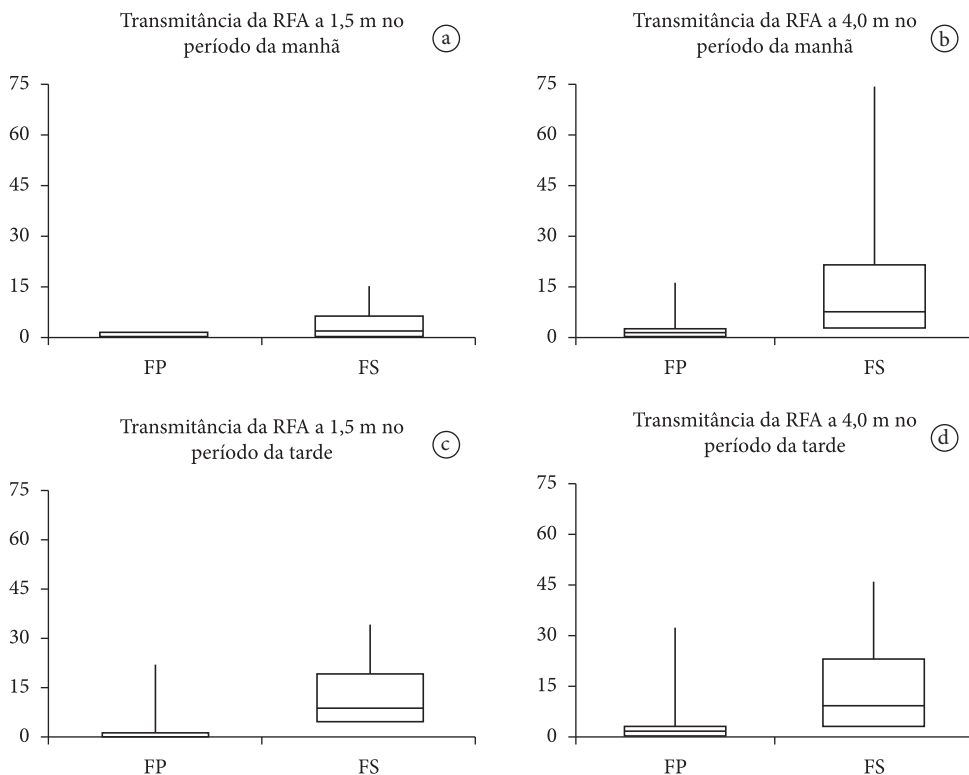


Figura 2. Comparação da transmitância da Radiação Fotossintética Ativa (RFA) pelo teste de *Mann-Whitney* entre a Floresta Primária (FP) e a Floresta Secundária (FS) a 1,5 m e 4,0 m nos períodos da manhã e da tarde na comunidade Araipá, Aveiro, Estado do Pará, Amazônia Oriental; *p*-valor: a) 0.0006; b) <0.0001; c) <0.0001; d) <0.0001.

Figure 2. Comparison of the transmittance of Photosynthetically Active Radiation (PAR) by the Mann-Whitney test between the Primary Forest (PF) and secondary forest (SF) to 1.5 m and 4.0 m in the period of the morning and afternoon in the community Araipá, Aveiro, State of Pará, Eastern Amazon. (*p*-value: a) 0.0006 b) <0.0001, c) <0.0001, d) <0.0001).

contribuíram para a diferença na disponibilidade de RAF entre essas florestas foram: a diferença na estrutura e na composição florística, avaliada na seção anterior; a direção dos transectos instalados, leste-oeste (FP) e oeste-leste (FS), e ainda a topografia, cuja declividade é acentuada na FP em comparação à FS, o que resulta na variação do ângulo de elevação solar (Muniz, 2004).

Entre esses fatores, a composição florística é o fator mais significativo no caso dessas florestas, o que é possível confirmar por meio da diferença no diagrama do perfil e nos resultados da análise florística, em que se sabe que a radiação solar aumenta com o tamanho de clareiras e diminui com a altura do dossel (Jardim et al., 2007) e com o número de estratos florestais por onde a radiação passa, na medida em que esta vai sendo absorvida e refletida até chegar aos estratos inferiores.

3.3. Serapilheira

A quantidade total de serapilheira na FP foi 48,09 kg/ha⁻¹ e, na FS, 31,04 kg/ha⁻¹. A maior quantidade na FP tem relação com o dossel mais fechado, a maior diversidade florística, os estratos mais complexos e, conseqüentemente, a maior biomassa disponível (Hayashi, 2006; Pinto et al., 2008). Por outro lado as frações ‘folhas’ e ‘miscelâneas’ foram maiores na FS (Figura 3).

A fração ‘miscelâneas’ foi a mais representativa nas duas florestas, o que difere de outros estudos em que a fração ‘folhas’ é maior, principalmente em florestas secundárias (Bonacina et al., 2005; Pinto et al., 2008; Sanches et al., 2009).

Segundo Bonacina et al. (2005), em florestas secundárias, a alocação de energia para a produção de folhas é priorizada até o momento que se

feche o dossel da mata; após isso, a produção de folheda, a serapilheira e a ciclagem de nutrientes se estabilizam. Então, o crescimento da mata começa a se dar, prioritariamente, em área basal e volume de madeira. De acordo com um estudo de Sanches et al. (2009), a produção de serapilheira foi majoritariamente composta de folhas, seguidas de galhos e miscelâneas em uma floresta tropical de transição. O baixo percentual de folhas no presente estudo pode ser resultado do alto percentual da fração 'miscelâneas' ou ainda em função de a coleta ter sido feita durante a estação chuvosa, período em que é menor a quantidade de folhas na serapilheira

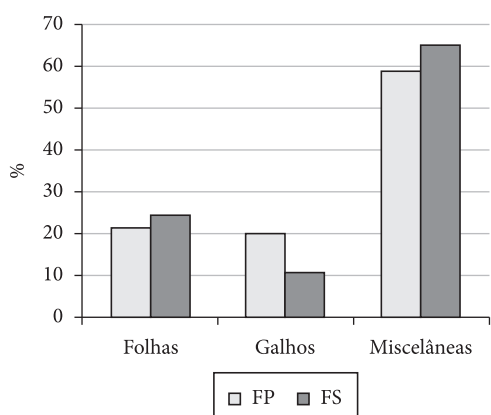


Figura 3. Porcentagem de folhas, galhos e miscelâneas na floresta primária (FP) e secundária (FS) na comunidade Araipá, Aveiro, Estado do Pará, Amazônia Oriental.

Figure 3. Percentage of leaves, branches and miscellaneous in primary forest (PF) and secondary (SF) in the Araipá community, Aveiro, State of Pará, Eastern Amazon.

quando comparada àquela da estação seca (Luizão & Schubart, 1987).

A análise da eficiência de utilização dos nutrientes por FP e FS evidenciou maior eficiência dos nutrientes Mg, Ca, e Zn, na FP. Alguns autores ressaltam que altos valores no índice de utilização de nutrientes indicam uma ciclagem mais eficiente (Gama-Rodrigues & Barros, 2002). Na FP, a EUN seguiu a ordem Mg>Ca>Zn>Cu>Mn>Fe para folhas e galhos, e Mg>Ca>Zn>Mn>Cu>Fe para miscelâneas. Na FS, seguiu-se a ordem Mg>Ca>Cu>Zn>Mn>Fe para todas as frações (Tabela 3).

Os maiores valores para Mg e Ca são justificados pelo fato de estes fazerem parte de compostos orgânicos, não sendo influenciados pela precipitação, ou seja, não são lixiviados diretamente da superfície dos componentes vegetais (Espig et al., 2009). A maior EUN pela FP pode ser em virtude do estado de conservação em comparação ao da FS, tanto que, na FP, há uma maior biodiversidade e melhores condições climáticas, contribuindo para uma melhor ciclagem de nutrientes; também há o fato de a matéria orgânica estar mais preservada, controlando a fertilidade do solo por meio da retenção de formas orgânicas de nutrientes e influenciando a capacidade de troca iônica, o que facilita a absorção dos nutrientes (Boeger et al., 2008).

Do ponto de vista agrícola e ambiental, é muito importante que as culturas tenham alta eficiência de uso de nutrientes, pois, assim, estas conseguem produzir grande quantidade de biomassa sem grandes aplicações de nutrientes via adubação.

Tabela 3. Eficiência de uso dos nutrientes (EUN) na floresta primária (FP) e secundária (FS) na comunidade Araipá, Aveiro, Estado do Pará, Amazônia Oriental.

Table 3. Nutrient Use Efficiency (NUE) in primary forest (PF) and secondary (SF) in the Araipá community, Aveiro, State of Pará, Eastern Amazon.

EUN = g/kg	Ca	Mg	Cu	Mn	Fe	Zn
Folhas						
FP	5,9	17,1	0,07	0,05	0,03	0,26
FS	1,62	12,18	0,4	0,02	0,01	0,17
Galhos						
FP	3,8	14,1	0,05	0,04	0,02	0,19
FS	0,7	3,68	0,18	0,015	0,003	0,07
Miscelânea						
FP	21,4	41,1	0,04	0,13	0,03	0,59
FS	7,2	23,2	0,99	0,07	0,004	0,38

Essa situação traz menos custos para o agricultor e também beneficia o ambiente, na medida em que, por exemplo, menos nutrientes são adicionados ao solo e há menos interferência negativa na qualidade das águas (Vitousek, 1984; Salemi, 2010).

As práticas tradicionais, como corte e queima, tornam o solo apto ao cultivo por causa da mineralização imediata de alguns elementos, tornando-os disponíveis às plantas nos plantios iniciais; porém, esses elementos esgotam-se nos plantios seguintes. Com essa prática, perde-se boa parte dos nutrientes por processos de dispersão na atmosfera, lixiviação, percolação e carreamento, e por estar o solo exposto e sendo frequentemente revolvido, tornando-se vulnerável ao continuado processo de perdas (Guerra & Angelo-Menezes, 1999; Butler, 2008).

Em solos degradados, *A. maripa* consegue se estabelecer, o que faz supor que essa planta contribui para regeneração de florestas, facilitando o recrutamento de certas espécies em detrimento de outras em razão das condições formadas sob suas copas; assim, essas espécies, com o amadurecimento da floresta, seriam substituídas por uma comunidade mais diversa de árvores. Esta substituição é consequência do sombreamento criado pelas palmeiras adultas, o que impede o desenvolvimento de novas lianas e palmeiras, mas é suficiente para o crescimento de plântulas e árvores jovens de outras espécies (Salm, 2005). Por outro lado, a grande quantidade de plântulas de *A. maripa* na FP pode ser em razão da espessura da serapilheira, a qual dificulta a detecção por predadores; apesar disso, sob a sombra, as plântulas não passam desse estágio.

4. CONCLUSÃO

Embora tenha sido registrado um maior número de plântulas de *A. maripa* na floresta primária, estas não chegam à fase adulta em virtude da insuficiência de radiação solar no sobosque. Portanto, florestas resultantes de ação antrópica realmente apresentam maior densidade de indivíduos jovens e adultos de *A. maripa* do que florestas primárias em função da maior quantidade de radiação disponível, sendo seu estabelecimento no ambiente independente da quantidade e da eficiência no uso de nutrientes da serapilheira.

AGRADECIMENTOS

Essa pesquisa foi realizada no âmbito do projeto internacional PLUPH (*Poor Land Use, Poor Health*) com apoio financeiro da Iniciativa de Pesquisa em Saúde Mundial (IRSM, em francês), uma parceria para o fomento à pesquisa por parte das seguintes agências: Institutos de Pesquisa em Saúde do Canadá, Agência Canadense para o Desenvolvimento Internacional, Ministério da Saúde do Canadá, Centro de Pesquisas para o Desenvolvimento Internacional do Canadá, e a Agência de Saúde Pública do Canadá. Expressamos nossa profunda gratidão às comunidades de São Tomé e Araijá (oeste do Estado do Pará, Brasil) por sua hospitalidade, participação e colaboração durante as pesquisas de campo.

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 07/12/2011

Aceito: 10/07/2012

Publicado: 30/09/2012

AUTOR (ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

Giovânia Carvalho Araújo

Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Av. Tancredo Neves, s/n, CP 917, CEP 66077-530, Belém, PA, Brasil
e-mail: giovaniagca@hotmail.com

REFERÊNCIAS

- Alho CJR. *A teia da vida: uma introdução à ecologia brasileira*. Rio de Janeiro: Objetiva; 1992. 160 p.
- Ayres M, Ayres Junior, Ayres DL, Santos AAS. *BIOESTAT - 5.0. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas*. 5th ed. Belém: Ong Mamiraua; 2007.
- Begon M, Townsend CR, Harper JL. *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. 4th ed. Oxford: Blackwell Publishing; 2006. p. 714.
- Béliveau A. *Déforestation et agriculture sur brûlis en Amazonie brésilienne: les impacts de la première année de culture sur les sols de fermes familiales de la région du Tapajós [dissertação]*. Montreal: Université du Québec à Montréal; 2007.

- Boeger MRT, Gluzezak RM, Pil MW, Goldenberg R, Medri M. Variabilidade morfológica foliar de *Miconia sellowiana* (DC.) Naudin (Melastomataceae) em diferentes fitofisionomias no Estado do Paraná. *Revista Brasil* 2008; 31(1): 443-452. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042008000300008>
- Bonacina DM, Brun EJ, Schumacher MV, Viera M. Deposição de serapilheira em três estágios sucessionais de uma floresta estacional decidual em Santa Tereza, RS. In: *Anais do congresso Brasileiro de Ciência do Solo*; 2005; Recife. Rio Grande do Sul; 2005. p. 30.
- Brasil. Ministério das Minas e Energia. Secretária Geral. Projeto RADAMBRASIL. *Levantamentos dos Recursos Naturais*. Rio de Janeiro; 1976. Folha AS-21 – Santarém, v. 10.
- Brower JE, Zar JH. *Field and laboratory methods for general ecology*. 2nd ed. Dubuque: Wm. C. Brown Publishers; 1984. p. 226.
- Butler R. *Impacto da agricultura na floresta tropical*. [cited 2011 Aug 15]. Available from: <http://pt.mongabay.com/rainforests/0811.htm>.
- Chaves RA, Reis MGF, Reis GG, Pezzopane JEM, Xavier A, Monte MA. Dinâmica de cobertura de dossel de povoamento de clone de *Eucalyptus grandis* W. Hill Ex-Maiden submetidos a desrama artificial a debate. *Revista Árvore* 2007; 31(1): 989-998. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622007000600002>
- Espig AS, Freire FJ, Marangon LC, Ferreira RLC, Freire MBG, Espig DB. Sazonalidade, composição e aporte de nutrientes da serapilheira em fragmento de mata atlântica. *Revista Árvore* 2009; 33(1): 949-956.
- Espírito-Santo FDB, Shimabukuro YE, Aragão LEOC, Machado ELM. Análise da composição florística e fitossociológica da Floresta Nacional do Tapajós com o apoio geográfico de imagens de satélites. *Acta Amazonica* 2005; 35(1): 155-173.
- Finol UH. Nuevos parametros a considerarse em el analisis estructural de las selva virgenes tropicales. *Revista Forestal Venezolana* 1971; 14(1): 29-42.
- Gama JRV, Botelho AS, Bentes-Gama MMR. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. *Revista Árvore* 2002; 26(1): 559-566.
- Gama JRV, Souza AL, Calegario N, Lana GC. Fitossociologia de duas fitocenoses de floresta ombrófila aberta no município de Codó, Estado do Maranhão. *Revista Árvore* 2007; 31(1): 465-477. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622007000300012>
- Gama-Rodrigues AC, Barros NF. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dendê no sudeste da Bahia, Brasil. *Revista Árvore* 2002; 26(1): 193-207.
- Guerra GAD, Angelo-Menezes MN. *Do conceito de fertilidade ao de sustentabilidade*. Novos Cadernos NAEA; 1999. p. 19.
- Hayashi SN. *Dinâmica da serrapilheira em uma cronossequência de florestas o município de Capitão Poço* [dissertação]. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade Federal Rural da Amazônia; 2006.
- Januário M, Viswanadham Y, Senna RC. Radiação solar total dentro e fora de floresta tropical úmida de terra firme (Tucuruí, Pará). *Acta Amazonica* 1992; 22(1): 335-340.
- Jardim FCS, Serrão DR, Nemer TC. Efeito de diferentes tamanhos de clareiras, sobre o crescimento e a mortalidade de espécies arbóreas, em Moju-PA. *Acta Amazonica* 2007; 37: 37-47. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672007000100004>
- Kahn F, Granville JJ. *Palms in Forest Ecosystem of Amazonia*. Berlin: Springer-Verlag; 1992. p. 320. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-76852-1>
- Luizão FJ, Schubart HOR. Litter Production in a terra-firme forest of Central Amazonian. *Experientia* 1987; 43: 259-265. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01945549>
- Lüttge U. *Physiological ecology of tropical plants*. Berlin: Springer-Verlag; 2008. p. 387.
- Miranda IPA, Rabelo A. *Guia de Identificação das Palmeiras de um Fragmento Florestal Urbano*. Manaus: Editora INPA, EDUA; 2006. p. 228.
- Missouri Botanical Garden - MOBOT. *Nomenclature Data Base*. [cited 2010 Dec 29]. Available from: <http://www.mobot.org>.
- Moscovich FA. *Dinâmica de crescimento de uma floresta ombrófila mista em Nova Prata, RS* [tese]. Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Santa Maria; 2006.
- Moura RG, Manzi AO, Nogueira VS, Mendes D. Comparação entre os perfis de radiação solar dentro de ambiente de Floresta para dias com diferentes coberturas de nebulosidade. In: *Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia*; 2000; Rio de Janeiro. Rio de Janeiro; 2000. v. 1, p. 2447-2452.
- Muniz MRA. *Estudo do regime de luz nas quatro principais formações fitogeográficas no estado de São Paulo durante o inverno do ano de 2003* [dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2004.
- Oliveira PC, Carvalho CJR. Interações biofísicas em espécies arbóreas potencialmente acumuladoras de fósforo: diversidade de irradiância e de comportamento hídrico. *Acta Amazonica* 2008; 38: 445-452. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672008000300008>
- Oliveira-Filho AT. Estudos ecológicos da vegetação como subsídio para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. *Cerne* 1984; 1(1): 64-72.

- Pezzopane JEM, Reis GG, Reis MGF, Costa JMN. Caracterização da radiação solar em fragmento da Mata Atlântica. *Revista Brasileira de Agrometeorologia* 2005; 13: 11-19.
- Pinto SIC, Martins SV, Barros NF, Dias HCT. Produção de serapilheira em dois estádios sucessionais de Floresta Estacional Semidecidual na Reserva Mata do Paraíso Sociedade de Investigações Florestais. *Revista Árvore* 2008; 32: 545-556. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622008000300015>
- Sablayrolles MGP, Andrade LHC. Entre sabores, aromas e saberes: a importância dos quintais agroflorestais para agricultores ribeirinhos no tapajós – PA. In: *Resumos do VII Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais*; 2009; Brasília. Brasília; 2009. p. 22-26.
- Salemi LF. *A Eficiência de Uso de Nutrientes*. [cited 2011 Dec 2]. Available from: <http://www.webartigos.com>
- Salinas JG, Garcia R. *Métodos químicos para El analisis de suelos ácidos e forrajera*. Cali: Centro Internacional de Agricultura tropical; 1985. p. 83.
- Salm R. The importance of Forest disturbance for the recruitment of the large arborescent palm *Attalea maripa* in a seasonally-dry Amazonian forest. *Biota Neotropica* 2005; 5: 35-41. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032005000100004>
- Sanches L, Valentini CMA, Biudes MS, Nogueira JS. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serrapilheira em floresta tropical de transição. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 2009; 13:183-189.
- Santana RC, Barros NF, Neves JCL. Eficiência de utilização de nutrientes e sustentabilidade da produção em procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em sítios florestais do estado de São Paulo. *Revista Árvore* 2002; 26: 447-457.
- Shuttleworth WJ, Gash JHC, Lloyd CR, Moore CJ, Roberts J, Marques AO et al. Observations of radiation exchange above and below Amazonian forest. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 1984; 110: 1163-1169. <http://dx.doi.org/10.1002/qj.49711046623>
- Silva VT, Medri OS, Ferracin TP, Bianchini E, Torezan JMD, Pimenta JA. Comparação entre parâmetros abióticos e a estrutura florestal de um fragmento de floresta e um reflorestamento abandonado de eucalipto (*Eucalyptus saligna* Smith) no parque ecológico da Klabin, Telêmaco Borba/PR. *Ciências Biológicas da Saúde* 2010; 31: 37-51.
- Sousa TEL. *Distribuição de palmeiras (Arecaceae) no longo de gradientes ambientais no baixo interflúvio Purus-Madeira, Brasil* [dissertação]. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/FAM; 2007.
- Spolador J, Sanches L, Costa MH. Radiação fotossinteticamente ativa em uma floresta de transição Cerrado-Amazônica. *Revista Brasileira de Meteorologia* 2006; 21: 301-307.
- Synnot TJ. *A manual of permanent pilot procedures for tropical rainforests*. Oxford: University of Oxford (Tropical Forestry Papers); 1979. p. 67.
- Tsukamoto Filho AT, Campos MN, Vasconcelos LMR, Matos SP. Diversidade florística de um parque zoológico no município de Santarém-Pará. In: *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*; 2007; Caxambu. Caxambu; 2007.
- Vitousek PM. Litterfall, nutrient cycling, and nutrient limitation in tropical forests. *Ecology* 1984; 65: 285-298. <http://dx.doi.org/10.2307/1939481>
- World reference base for soil resources - WRB. 2nd ed. Rome: FAO; 2006. World Soil Resources Reports n. 103.