



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
BIOLÓGICAS**



**RODOLFO DE SOUZA RAIOL**

**FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA COMUNIDADE ARBÓREA DE  
REMANESCENTES FLORESTAIS NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

**BELÉM – PA  
2015**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**



**RODOLFO DE SOUZA RAIOL**

**FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA COMUNIDADE ARBÓREA DE  
REMANESCENTES FLORESTAIS NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

**Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do programa de pós-graduação em Ciências Biológicas: área de concentração Botânica Tropical, para obtenção do título de mestre.**

**Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Ima Célia Guimarães Vieira**

**BELÉM – PA  
2015**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**



**RODOLFO DE SOUZA RAIOL**

**FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA COMUNIDADE ARBÓREA DE  
REMANESCENTES FLORESTAIS NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do programa de pós-graduação em Ciências Biológicas: área de concentração Botânica Tropical, para obtenção do título de mestre.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ima Célia Guimarães Vieira - Orientadora  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

---

Prof. Dr. João Olegário Pereira de Carvalho  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

---

Prof. Dr. José Henrique Cattanio  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria de Nazaré do Carmo Bastos  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

*À minha mãe Nilza Raiol, meu pai José Celso, minha avó  
Luiza de Souza, meu avô Luiz de Souza, meus irmãos Fabio  
de S. Raiol e minha irmã Debora Thais de S. Raiol.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela minha saúde.

Ao Programa de pós-graduação em Ciências Biológicas do Museu Paraense Emílio Goeldi e a Universidade Federal Rural da Amazônia pelo suporte técnico/científico disponibilizado durante esses anos.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Projeto Biodiversidade e Usos da Terra na Amazônia-MPEG, do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (Processo CNPq 574008/2008-0) pelo financiamento do projeto.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ima Célia Guimarães Vieira pela disponibilidade, dedicação e paciência que proporcionaram a evolução na minha formação durante esses anos de convivência.

À coordenadora da botânica Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Anna Luiza Ilkiu-Borges pela ajuda imprescindível durante o decorrer deste curso.

Ao Prof. Dr. João Ubiratan Moreira dos Santos pelo apoio e conselhos em momentos cruciais do curso.

À Profa MSc. Arlete Silva de Almeida pelo auxílio e orientação na logística e confecção dos mapas.

Ao biólogo MSc. Madson Antonio Benjamin Freitas pelo auxílio na elaboração e análise dos dados.

Aos motoristas e técnicos para botânico, Sr. Nonato, Carlos Alberto e Nelson Rosa, respectivamente, pelo auxílio na coleta e tabulação dos dados.

Aos amigos e companheiros da turma da “pós-bot” 2013-2015, Andreza, Jaqueline, Gabriela, Marcus, Juliane e Valéria.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>7</b>
<b>1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....</b>	<b>8</b>
1.1 REVISÃO DA LITERATURA .....	9
1.1.1 Importância da Amazônia e suas áreas de endemismo.....	9
1.1.2 Usos da terra na Amazônia e seus impactos ambientais .....	10
1.1.3 Fragmentação florestal e seus efeitos ecológicos.....	11
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>13</b>
<b>2 Florística e estrutura de remanescentes florestais na Amazônia oriental .....</b>	<b>15</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>16</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>16</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
Área de Estudo.....	17
Coleta e análise de dados.....	18
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>26</b>
<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>27</b>

## RESUMO

As transformações nos usos da terra na região amazônica vêm causando mudanças drásticas na paisagem e provocando alterações na resiliência da floresta. A capacidade dos remanescentes florestais em conservar a biodiversidade regional e resistir à prolongada intervenção humana é uma questão de extrema importância para a biologia da conservação e estudos dessa natureza são muito relevantes. Neste trabalho, procurou-se analisar a composição florística e a estrutura de remanescentes florestais na Amazônia oriental de forma a avaliar a integridade ecológica desses remanescentes e fornecer as bases científicas para a sua conservação e/ou restauração. Foram selecionadas 15 áreas de florestas com diferentes status de conservação (florestas exploradas e conservadas) nos municípios de Moju e Acará, leste do estado do Pará. No interior de cada área foi inventariada a vegetação arbórea em uma parcela de 2500 m<sup>2</sup>, considerando os indivíduos acima de 10 cm de DAP. Foram encontradas 268 espécies, 138 gêneros e 46 famílias. As espécies *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A.Mori (168 indivíduos), *Lecythis idatimon* Aubl. (141) e *Rinorea guianensis* Aubl. (132) predominaram em termos de número de indivíduos. A família Fabaceae apresentou o maior número de espécies (49) em todos os remanescentes, seguida por Sapotaceae (35), Moraceae (14), Chrysobalanaceae (12) e Annonaceae (11), sendo responsáveis por 45,14% do total das espécies amostradas. A porcentagem de espécies raras foi alta (35%); 98 das 280 espécies encontradas ocorreram em apenas uma área. A similaridade média entre os remanescentes foi de 0,22. A diversidade alfa variou de 46 a 71. A ordenação feita pelo escalonamento multidimensional MDS, a partir da composição florística e biomassa das florestas estudadas, mostrou heterogeneidade entre as parcelas estudadas, formando 2 grupos que parecem estar relacionados com o status de conservação das florestas. As espécies que mais contribuíram para a separação dos grupos de florestas conservadas e exploradas foram: *Eschweilera coriacea*, *Rinorea guianensis*, *Cecropia sciadophylla* (Mart) e *Inga thibaudiana* DC. Recomenda-se o monitoramento e a fiscalização desses remanescentes com vistas a sua conservação.

Palavras-chave: conservação de florestas, fragmentação florestal, Amazônia

## ABSTRACT

Land uses transformations in the Amazon region has caused drastic changes in the landscape and in forest resilience. The ability of forest remnants to conserve the regional biodiversity and resist to prolonged human intervention is very importance for conservation biology. In this work, we analyzed the floristic composition and structure of forest remnants in the counties of Moju and Acará, Pará state, Brazil, in order to assess the ecological integrity of these remaining forests and provide the scientific basis for their conservation and/or ecological restoration. We selected 15 remnant forest areas with different status of conservation (degraded and conserved forests) located in different properties. Within each area was inventoried a plot of 2500 m<sup>2</sup>, considering the trees above 10 cm dbh. We found 268 species, 138 genera and 46 families. The species *Eschweilera coriacea* (DC.) Samorí (168 individuals), *Lecythis idatimon* Aubl. (141) and *Rinorea guianensis* Aubl. (132) predominate in terms of number of individuals. The Fabaceae family had the highest number of species (49) in all remnant forests, followed by Sapotaceae (35), Moraceae (14), Chrysobalanaceae (12) and Annonaceae (11), accounting for 45.14% of total species sampled. The percentage of rare species was high (35%); 98 of the 280 species occurred in only one area. The average similarity between the forests was 0.22. The alpha diversity ranged from 46 to 71. The non-metric multi-dimensional scaling ordination-NMDS analysis based on floristic composition and biomass showed heterogeneity among the studied transects, forming two groups that appear to be related to the different status of conservation of the forests. The species that contributed most to the separation of the two groups of forests were *Eschweilera coriacea*, *Rinorea guianensis*, *Cecropia sciadophylla* (Mart) and *Inga thibaudiana* DC. We suggest the monitoring and surveillance of these remnant forests for future conservation.

Key-words: forest conservation, forest fragmentation, Amazon region



## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A intensificação da ocupação humana da Amazônia ocorre a partir de políticas públicas de desenvolvimento para a região e tem gerado períodos de crescimento econômico e colapsos, característicos de áreas de fronteira agrícola (BECKER, 2001). Na última década, essa região apresentou altas taxas de desmatamento e degradação de suas florestas, alcançando, em 2013, 5.843 km<sup>2</sup> de desflorestamento, enquanto 5.434 km<sup>2</sup> de florestas apresentaram algum estágio de degradação (INPE, 2013).

O futuro das florestas tropicais depende, então, da conservação de florestas primárias contínuas ainda intactas ou dos fragmentos florestais presentes na paisagem antrópica formada (VIEIRA *et al.*, 2008; FERREIRA e RIBEIRO, 2001). O processo de regeneração natural que ocorre nessas paisagens depende de muitos fatores. Em geral, a regeneração de florestas em áreas perturbadas acontecerá com maior velocidade e terá uma composição maior de espécies primárias em áreas adjacentes a matas primárias e em regiões onde a flora e a fauna estejam protegidas da colheita e da caça, respectivamente (CHAZDON, *et al.*, 2009). Vários fatores afetam a persistência de florestas em regeneração dentro de paisagens tropicais: solos, topografia, acesso viário, proximidade a zonas urbanas, que influenciam a futura biota regional (FERREIRA *et al.*, 2005).

Nas últimas décadas, observa-se preocupação crescente sobre o efeito da ocupação da Amazônia na biodiversidade regional e a integridade dos remanescentes florestais, na medida em que os efeitos do uso desordenado da terra causam mudanças na paisagem e alteram a capacidade de regeneração das florestas. No leste do Pará, desde 1940 (CAMARGO, 1948) se discute as formas de degradação causadas pelo uso indiscriminado da terra e de políticas públicas que não levam em consideração os fragmentos florestais existentes nos municípios.

Atualmente, boa parte da biodiversidade do leste do Pará encontra-se concentrada em fragmentos isolados (VIEIRA *et al.*, 2008). A capacidade dessas florestas em conservar ou não a biodiversidade regional e resistir à prolongada intervenção humana é assunto para estudos particularmente relevantes e de extrema importância para a biologia da conservação. Neste contexto, estudos ecológicos em remanescentes florestais de paisagens antrópicas tornam-se fundamentais para o conhecimento da qualidade das florestas, especificamente nos municípios de Moju e Acará, localizados na Área de endemismo Belém, região com histórico de uso agrícola relativamente antigo, com atividade madeireira de forte intensidade e que, atualmente, participa do polo de expansão do cultivo do óleo de palma (*Elaeis guineensis*

Jacq.), que vem causando profundas alterações na paisagem (ALMEIDA e VIEIRA, 2010). As preocupações em torno do valor da biodiversidade em regiões submetidas à expansão do dendezeiro são enormes (LEES e VIEIRA, 2013) e requerem ações que visem a conservação dos remanescentes florestais e a restauração ecológica das áreas ilegalmente desmatadas e degradadas.

O presente estudo é relevante no contexto do entendimento das consequências da fragmentação florestal para a integridade das florestas remanescentes e se insere no projeto INCT Biodiversidade e Uso da Terra na Amazônia, do Museu Paraense Emílio Goeldi-MPEG, que é dedicado ao estudo da biodiversidade e da paisagem amazônica e as consequências ambientais e sociais das mudanças nos usos da terra, fornecendo as bases científicas para práticas econômicas sustentáveis e apoio a políticas públicas para a Amazônia.

Esta dissertação foi organizada em apenas um artigo científico e tem como objetivo descrever e analisar a florística e a estrutura da comunidade arbórea de remanescentes florestais em dois municípios sujeitos à expansão do óleo de palma no Estado do Pará, no intuito de verificar a situação quanto à integridade ecológica dessas florestas e contribuir cientificamente para a conservação e restauração da biodiversidade em paisagens altamente antropizadas do estado do Pará.

## 1.1 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1.1 Importância da Amazônia e suas áreas de endemismo

A região amazônica é conhecida por ser um complexo mosaico de áreas endêmicas com rica diversidade de espécies animais e vegetais, distribuídas em concordância com as especificidades de sua biota. Essas áreas (ou centros) de endemismo são consideradas como refúgios ecológicos que, em geral, obedecem aos limites dos principais rios da região (SILVA *et al.*, 2005). Existem, atualmente, cerca de oito áreas de endemismo na região amazônica, das quais o Centro de Endemismo Belém, localizado na Amazônia oriental com extensão de 243.000 km<sup>2</sup>, é o mais preocupante, por ter sofrido fortes modificações antrópicas devido à ocupação antiga do seu território (ALMEIDA e VIEIRA, 2010). Trata-se de uma área com mais de cem anos de colonização dirigida onde, usos da terra intensivos tem provocado a

fragmentação da paisagem e a expansão das atividades agropecuárias, aumentando, assim, o risco de perda da biodiversidade.

Segundo Silva *et al.* (2005), cada centro de endemismo possui uma história biogeográfica distinta. A formação de áreas de endemismo na Amazônia é uma consequência de vários eventos de especiação, que atingiram, ao mesmo tempo, um amplo conjunto de espécies ancestrais que possuíam ampla distribuição na região, além de abrigarem conjuntos de espécies únicas e insubstituíveis. As maiores ameaças a essas áreas são a perda de habitat, a degradação e a fragmentação causadas pelo desmatamento e extração seletiva de madeira (GASCON *et al.*, 2001).

Atualmente, mais de 70% da área de endemismo Belém sofreu alterações com perda substancial de florestas primárias e foram transformadas em uso agropecuário (ALMEIDA; VIEIRA, 2010). Os fragmentos de florestas primárias e secundárias dessa região estão sendo queimados e a degradação da paisagem é notória. Com a destruição das florestas remanescentes, muitas espécies lenhosas se perderão. Uma das formas de conter o acelerado processo de empobrecimento biótico no leste do Pará é promover a conservação dos remanescentes florestais existentes na paisagem antropizada.

### **1.1.2 Usos da terra na Amazônia e seus impactos ambientais**

Grandes áreas florestais na Amazônia foram desmatadas a partir da década de 70 através de projetos de desenvolvimento, tais como a expansão da rede rodoviária, programas governamentais de colonização e projetos hidrelétricos e de mineração (FEARNSIDE, 1999). Hoje, os principais usos da terra na região são certamente a pecuária, a agricultura de larga escala e de base familiar e a extração seletiva de madeira (VIEIRA *et al.*, 2008). O impacto dos usos da terra na floresta nativa pode acontecer em diferentes níveis, dependendo da atividade envolvida. Pode ocorrer a retirada de apenas algumas espécies (como no extrativismo seletivo), a retirada de todas as espécies madeireiras, ou mesmo a derrubada total da cobertura vegetal.

A exploração de florestas nativas de forma predatória, ou seja, sem aplicação dos critérios de sustentabilidade do manejo florestal, tem causado grandes impactos ecológicos (SOUZA *et al.*, 2005), com alteração na dinâmica de crescimento e no processo sucessional das florestas, o que dificulta o seu processo de regeneração e manutenção (FRANCEZ *et al.*, 2013). A extração de madeira, o corte e a queima da floresta e diversas ações humanas alteram a estrutura da comunidade, a diversidade e a riqueza de espécies. A riqueza e

abundância de espécies diminuem em áreas de florestas perturbadas se comparadas às conservadas (BARLOW *et al.*, 2007).

Quanto ao processo de desmatamento, têm-se observado que há uma alteração na paisagem amazônica que se encaminha para a formação de mosaicos de florestas contínuas e fragmentos separados por uma matriz de floresta secundária e/ou pastagens e campos de cultivos agrícolas (LAURANCE *et al.*, 2006). Uma das principais consequências do desmatamento é a formação de paisagens fragmentadas que representam grande ameaça à biodiversidade animal e vegetal (DELAMÔNICA *et al.*, 2001). A fragmentação florestal gera diversas alterações físicas e ecológicas na vegetação (BIERREGAARD *et al.*, 1992), modifica seu microclima o regime de ventos, aumenta as taxas de insolação e mortalidade de árvores (LAURANCE *et al.*, 2002) e altera a composição e riqueza de espécies da floresta (MESQUITA *et al.*, 2001).

Estudos sobre os efeitos da remoção de florestas primárias identificaram um conjunto central de espécies especialistas de florestas, que são muito vulneráveis à mudança no uso da terra (BARLOW *et al.*, 2007). Entender quais espécies florestais nativas podem manter populações viáveis em paisagens modificadas, e sob quais regimes de manejo, continua sendo um grande desafio para os ecólogos (CHAZDON *et al.*, 2009). Em áreas que não abrigam grandes porções de florestas maduras, a manutenção da cobertura florestal de qualquer tipo, inclusive pequenos fragmentos e árvores isoladas, pode ser importante no fornecimento de habitats e recursos complementares para uma porção significativa da biota original (GARDNER *et al.*, 2008). Para esses autores, a disposição espacial da cobertura florestal remanescente pode ser tão importante quanto sua quantidade total, pois a heterogeneidade ambiental espacial leva ao aumento do valor de conservação de remanescentes florestais espalhados na paisagem.

### **1.1.3 Fragmentação florestal e seus efeitos ecológicos**

O termo fragmentação florestal tem sido usado como palavra-chave para uma série de processos que atuam em escala espacial sobre a biodiversidade (FAHRIG, 2003). Incluídos neste conceito estão os efeitos da perda de habitat e uma série de efeitos no ambiente (LAURANCE *et al.*, 2004).

A fragmentação de habitats é considerada uma das principais causas de perda da biodiversidade e um dos maiores desafios para a conservação da biodiversidade da Amazônia (VIEIRA *et al.*, 2008). Uma das principais consequências da fragmentação nesta região é a

dramática alteração das condições abióticas, principalmente em ecossistemas florestais. Por exemplo, a temperatura do ambiente em fragmentos e na borda da floresta pode aumentar bastante devido à maior luminosidade nas bordas do que no interior da floresta contínua (DIDHAM e LAWTON, 1999).

Um dos seus mais preocupantes efeitos está relacionado ao aumento das taxas de extinção local para animais e plantas (LAURANCE *et al.*, 2004) e a mudanças na composição das espécies e suas interações. Dessa forma, a fragmentação, de forma geral, leva ao empobrecimento e à perda das espécies dos ecossistemas (PERES, 2001). Esse processo inicia-se na interface floresta-área desmatada, comumente chamada de borda florestal, onde há uma maior mortalidade de árvores (FERREIRA e LAURANCE, 1997).

A composição de espécies pode ser alterada devido à fragmentação florestal como consequência de uma proliferação de espécies generalistas de sucessão secundária (TABARELI *et al.*, 1999). Os indivíduos de grandes classes diamétricas ficam mais vulneráveis, sofrendo mortalidade três vezes maior na interface até 300 m adentro da floresta (LAURANCE *et al.*, 2006).

A fragmentação florestal implica, também, na redução da abundância local de espécies animais e vegetais e no aumento do isolamento entre populações, junto com as mudanças ambientais, afetando, desse modo, muitos processos ecológicos das populações e comunidades (LAURANCE *et al.*, 2004). Ao longo do tempo, as alterações levam às mudanças na composição e abundância das espécies originais de árvores e na estrutura dos estratos florestais (FERREIRA e LAURANCE, 1997).

Vários outros aspectos do efeito da fragmentação de habitat causada por atividades antrópicas na paisagem florestal têm sido considerados. Fragmentos menores, por exemplo, têm maior taxa de mortalidade de árvores do que fragmentos maiores ou áreas não fragmentadas (LAURANCE *et al.*, 2002). A formação de clareiras resultante dessa maior mortalidade nos fragmentos, especialmente próximo à borda dos mesmos, favorece o recrutamento de espécies de plantas pioneiras em detrimento das espécies típicas da floresta não perturbada (LAURANCE *et al.*, 2006). Consequentemente, há uma alteração na composição florística e redução na diversidade de espécies (LAURANCE *et al.*, 2006).

O entendimento de como as populações e comunidades respondem à fragmentação é uma área central da pesquisa em ecologia (BRUNA *et al.*, 2002). Um dos problemas em se estudar os efeitos da fragmentação do habitat em paisagens já muito alteradas como as do leste da Amazônia é que boa parte dos remanescentes vegetais existentes já sofreram algum grau de interferência humana. Assim, eventuais mudanças na biota e estrutura dos fragmentos

podem ser decorrentes tanto da fragmentação em si como de outras formas de distúrbio, como o corte seletivo de madeira, o fogo, o pastejo pelo gado e a invasão de espécies exóticas.

## 1.2. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. S.; VIEIRA, I. C. G. Centro de Endemismo Belém: status da vegetação remanescente e desafios para a conservação da biodiversidade e restauração ecológica. **Revista de Estudos Universitários**, Sorocaba/SP, v. 36, n. 3, p. 95-111, 2010.
- BARLOW, J.; GARDNER, T. A.; ARAUJO, I. S.; AVILA-PIRES, T. C. S.; BONALDO, A. B.; COSTA, J. E. et al. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary and plantation forests. **Proceedings of the National Academy Sciences**, USA, v. 104, p. 18555–18560, 2007
- BECKER, B. K. Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários. **Parcerias estratégicas**, v. 12, n. 1, p. 135-59, 2001.
- BIERREGAARD, R. O.; LOVEJOY, T. E.; KAPOV, V.; SANTOS, A. A. DOS; HUTCHINGS, R. W. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. **Bio Science**, p. 859-866, 1992.
- BRUNA, E.M.; NARDY, O.; STRAUSS, S.Y.; HARRISON, S. Experimental assessment of *Heliconia acuminata* growth in a fragmented Amazonian landscape **Journal of Ecology**, v. 90, p. 639–649, 2002.
- CAMARGO, F. C. de. Terra e colonização no antigo e novo quaternário da zona da Estrada de Ferro de Bragança, Estado do Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi**, Belém, n. 10, p. 123-147, 1948.
- CHAZDON, R. L.; PERES, C. A.; DENT, D.; SHEIL, D.; LUGO, A. E.; LAMB, D.; STORK, N. E.; MILLER, S. E. The potential for species conservation in tropical secondary forests. **Conservation Biology**, v. 23, n. 6, p. 1406-1417, 2009.
- DELAMÔNICA, P.; LAURENCE, W.; LAURANCE, S. G.; OLIVEIRA, A. A.; DALY, D. C. **A fragmentação da paisagem. Florestas do Rio Negro**(OLIVEIRA, A. A.;DALY, D. C.eds.). Schwarcz, São Paulo, p. 285-301, 2001.
- DIDHAM, R. K.; LAWTON, J. H. Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in Tropical Forest fragments. **Biotropica**, v. 31, p. 17-30. 1999.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**. v. 34, p. 487-515, 2003.
- FEARNSIDE, P. M. Biodiversity as an environmental service in Brazil's Amazonian forests: risks, value and conservation. **Environmental Conservation**, v. 26, p. 305-321, 1999.
- FERREIRA, L. V.; LAURANCE, W. F. Effects of forest fragmentation on mortality and of selected trees in central Amazonia. **Conservation Biology**, v. 11, n. 3, p. 797-801, 1997.
- FERREIRA, J. N.; RIBEIRO, J. F. Ecologia da inundação em matas de galeria. **In: Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria.** (J. F. Ribeiro, C. E. J. Fonseca & J. C. Souza Silva, eds.). Embrapa Cerrados, Planaltina, p. 425-451, 2001.

- FERREIRA, L. V.; VENTINCIQUE, E.; DE ALMEIDA, S. S. O Desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p. 1-10. 2005.
- FRANCEZ, L. M. B.; CARVALHO, J. O. P.; BATISTA, F. J.; JARDIM, F. C. S.; RAMOS, E. M. L. S. Influência da exploração florestal de impacto reduzido sobre as fases de desenvolvimento de uma floresta de terra firme, Pará, Brasil. **Ciência florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 743-753, 2013.
- GARDNER, T. A.; HERNÁNDEZ, M. M. I.; BARLOW, J.; PERES, C. Understanding the biodiversity consequences of habitat change: the value of secondary and plantation forests for neotropical dung beetles. **Journal of Applied Ecology**, v. 45, p. 883–893, 2008.
- GASCON, C.; BIERREGAARD JR., R. O.; LAURANCE, W. F.; RANKIN-DE-MERONA, J. Deforestation and forest fragmentation in the Amazon. In: BIERREGAARD JR., R. O.; GASCON, C.; LOVEJOY, T. E.; MESQUITA, R. (eds.). **Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest**. Yale University Press, New Haven, EUA, p. 22-30, 2001.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2013. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>>. Acesso em: 20 dez. 2014.
- LAURANCE, W. F.; NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, S. G.; ANDRADE, A. C.; FEARNSIDE, P. M.; RIBEIRO, J. E. L.; CAPRETZ, R. L. Rain forest fragmentation and the proliferation of successional trees. **Ecology**, v. 87, n. 2, p. 469-482, 2006.
- LAURANCE, W. F.; OLIVEIRA, A. A.; LAURANCE, S. G.; CONDIT, R.; NASCIMENTO, H. E. M.; SANCHEZ-THORIN, A. C.; LOVEJOY, T. E.; ANDRADE, A.; D'ANGELO, S.; RIBEIRO, J. E.; DICK, C. W. Pervasive alteration of tree communities in undisturbed Amazonian forests. **Nature**, v. 428, p. 171-175, 2004.
- LAURANCE, W. F.; LOVEJOY, T. E.; VASCONCELOS, H. L. *et al.* Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation Biology**, v. 16, p. 605–618, 2002.
- LEES, A. C.; VIEIRA, I. C. G. Oil-palm concerns in Brazilian Amazon. **Nature**, v. 497, p. 188, 2013.
- MESQUITA, R. C.; ICKES, K.; GANADE, G.; WILLIAMSON, G. B. Alternative successional pathways in the Amazon Basin. **Journal of Ecology**, v. 89, n. 4, p. 528-537, 2001.
- PERES, C. A. Synergistic effects of subsistence hunting and habitat fragmentation on Amazonian forest vertebrates. **Conservation Biology**, v. 15, n. 6, p. 1490-1505, 2001.
- SILVA, J. M.; RYLANDS, A. B.; FONSECA, G. A. B. O destino das áreas de endemismo na Amazônia. **Megadiversidade**. Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 124-131, jul. 2005.
- SOUZA JÚNIOR, C. M.; ROBERTS, D. Mapping forest degradation in the Amazon region with Ikonos images. **International Journal of Remote Sensing**, v. 26, n. 3, p. 425-429, 2005.
- TABARELLI, M.; MANTOVANI, W.; PERES, C. A. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil. **Biological Conservation**, v. 91, p. 119-127, 1999.
- VIEIRA, I. C. G.; TOLEDO, P. M.; SILVA, J. M. C.; HIGUCHI, H. Deforestation and threats to the biodiversity of Amazonia. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68 (4, Suppl.), p. 631-637, 2008.

## 2FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA COMUNIDADE ARBÓREA DE REMANESCENTES FLORESTAIS NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Rodolfo de Souza Raiol

Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Programa de Pós-Graduação em Ciências  
Biológicas, Av. Perimetral, 1901– Terra Firme C.P. 399, CEP 66.077-830, Belém, Pará, Brasil.  
rodolfodesr@yahoo.com.br

Ima Célia Guimarães Vieira

Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Av. Magalhães Barata, 376-São Braz C.P. 399, CEP  
66.040-170, Belém, Pará, Brasil.  
ima@museu-goeldi.br

Arlete Silva de Almeida

Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Av. Perimetral, 1901– Terra Firme C.P. 399, CEP  
66.077-830 Belém, Pará, Brasil.  
arlete@museu-goeldi.br

Madson Antonio Benjamin Freitas

Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Av. Perimetral, 1901– Terra Firme C.P. 399, CEP  
66.077-830, Belém, Pará, Brasil.  
madsonfreitas@museu-goeldi.br

autor para Correspondência: Rodolfo de Souza Raiol

rodolfodesr@yahoo.com.br



## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo descrever e analisar a composição florística e a estrutura de remanescentes florestais na Amazônia oriental. Foram selecionadas 15 áreas de florestas com diferentes status de conservação (florestas exploradas e conservadas) nos municípios de Moju e Acará, leste do Pará. No interior de cada área foi inventariada a vegetação em uma parcela de 2500 m<sup>2</sup>, considerando os indivíduos igual e acima de 10 cm de DAP. Foram encontradas 268 espécies, 138 gêneros e 46 famílias. As espécies *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A.Mori (168 indivíduos), *Lecythis idatimon* Aubl. (141) e *Rinorea guianensis* Aubl. (132) predominaram em termos de número de indivíduos. A família Fabaceae apresentou o maior número de espécies (49) em todos os remanescentes, seguida por Sapotaceae (35), Moraceae (14), Chrysobalanaceae (12) e Annonaceae (11), sendo responsáveis por 45,14% do total das espécies amostradas. A porcentagem de espécies raras foi alta (35%) e 98 das 280 espécies ocorreram em apenas uma área. A similaridade média entre os remanescentes foi de 0,22. A diversidade alfa variou de 46 a 71. A ordenação feita pelo escalonamento multidimensional MDS, a partir da composição florística e biomassa das florestas estudadas, mostrou alta heterogeneidade entre as parcelas estudadas, formando 2 grupos que parecem estar relacionados com o status de conservação das florestas. As espécies que mais contribuíram para a separação dos grupos de florestas conservadas e exploradas foram *Eschweilera coriacea*, *Rinorea guianensis*, *Cecropia sciadophylla* (Mart) e *Inga thibaudiana* DC. Os resultados obtidos sugerem que a integridade ecológica das florestas remanescentes de Moju e Acará foi mantida, mesmo após eventos de degradação, e que os remanescentes são importantes para a conservação da paisagem. Sugere-se o monitoramento e a fiscalização desses remanescentes florestais.

Palavras-chave: conservação de florestas, fragmentação florestal, Amazônia

Título abreviado: Florística e estrutura de remanescentes florestais

## ABSTRACT

This study aimed to describe and analyze the floristic composition and the structure of the remnant native forests in the counties of Moju, Pará state. We selected 15 remnant forest areas with different status of conservation (degraded and conserved forests) located in different rural properties. Within each area was inventoried a plot of 2500 m<sup>2</sup>, considering the trees above 10 cm dbh. We found 280 species, 138 genera and 49 families. The species *Eschweilera coriacea* (DC.) Samori (167 individuals), *Lecythis idatimon* Aubl. (141) and *Rinorea guianensis* Aubl. (132) dominate the forests in terms of number of individuals. The Fabaceae family had the highest number of species (55) in all remnant forests, followed by Sapotaceae (35), Moraceae (14), Annonaceae (12) and Chrysobalanaceae (12), accounting for 45.14% of total species sampled. The percentage of rare species was high (35%) and 98 of the 280 species occurred in only one area. The average similarity between the forests was 0.22. The alpha diversity ranged from 46 to 71. The non-metric multi-dimensional scaling ordinations-NMDS analysis based on floristic composition and biomass showed high heterogeneity among the studied plots, forming two groups that appear to be related to the different status of conservation of the forests. The species that contributed most to the separation of the two groups of forests were *Eschweilera coriacea*, *Rinorea guianensis*, *Cecropia sciadophylla* (Mart) and *Inga thibaudiana* DC. These results suggest that the ecological integrity of the forests of Moju and Acará were maintained even after degradation events and that they are important for landscape conservation. It is suggested the monitoring and surveillance of these forest remnants.

Key-words: forest conservation, forest fragmentation, Amazon region.

## INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira abrange aproximadamente 40% das florestas tropicais remanescentes do mundo e desempenha um papel importante na conservação da biodiversidade, na regulação climática e nos ciclos biogeoquímicos (PERES *et al.*, 2010). Os processos de desmatamento e de exploração predatória das florestas de terra firme ocorridos a partir da década de 70 causaram profundas modificações na região e levaram à formação de paisagens fragmentadas que representam grande ameaça à biodiversidade (VIEIRA *et al.*, 2008).

Os padrões de uso da terra na região apresentam-se vinculados ao modelo tradicional de ocupação humana, que se intensifica com projetos agropecuários e exploração predatória dos recursos naturais, como estratégia de desenvolvimento regional. Atualmente está em curso na região, a política nacional dos biocombustíveis, que tem incentivado a expansão das áreas de plantio de dendezeiro (*Elaeis guineenses* Jacq.), e provocado contínuas mudanças nos processos de transição no uso da terra, na medida em que espaços ocupados por florestas e áreas de pastagens são substituídos gradativamente por essa cultura, intensificando a fragmentação da paisagem e a ocupação de áreas protegidas pela legislação (ALMEIDA; VIEIRA, 2014).

Neste contexto, estudos ecológicos em remanescentes florestais de paisagens antrópicas tornam-se fundamentais para o conhecimento da qualidade e integridade ecológica das florestas, especificamente nos municípios de Moju e Acaráno Pará, áreas com históricos de uso agrícola relativamente antigos, com atividade madeireira de forte intensidade e que, atualmente, participa do polo de expansão do cultivo da palma de óleo (dendezeiro) (ALMEIDA; VIEIRA, 2014). As preocupações em torno do valor da biodiversidade em regiões submetidas à expansão do dendezeiro são enormes (LEES; VIEIRA, 2012) e requerem ações que visem à conservação dos remanescentes florestais e a restauração ecológica das áreas ilegalmente desmatadas e degradadas.

Este trabalho tem como objetivo descrever e analisar a florística e a estrutura de remanescentes florestais em dois municípios paraenses integrados à política de expansão da palma de óleo, de forma a avaliar a integridade ecológica desses remanescentes e fornecer as bases científicas para a sua conservação e/ou restauração.

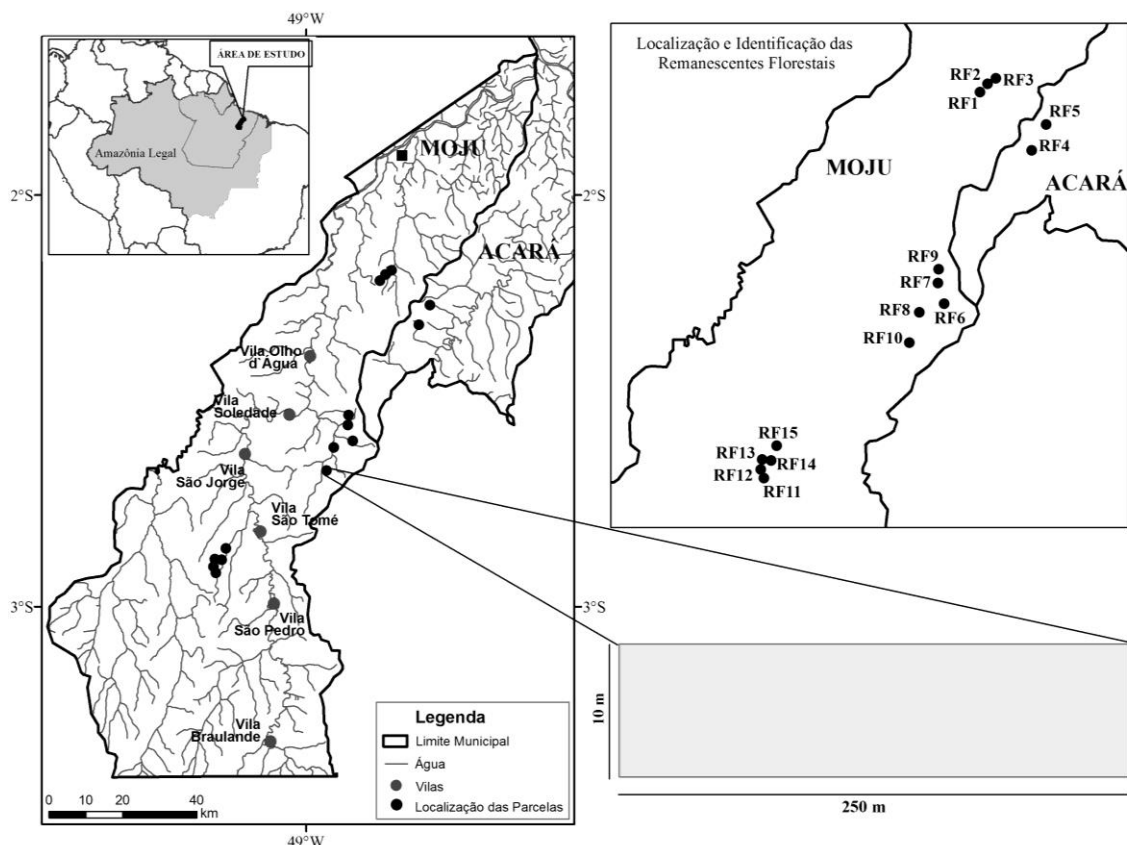
## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi realizado nos municípios de Moju e Acará, Estado do Pará, localizados na mesorregião do nordeste paraense (Figura 1). A cobertura vegetal é composta por vegetação densa de planície aluvial nas áreas de várzea, vegetação secundária latifoliada de terra firme e floresta densa de baixos platôs e terraços. Em 2010, Moju possuía cerca de 66% de sua área ocupada com florestas primárias remanescentes, com predominância de floresta ombrófila (34,84%) seguida de florestas degradadas por extração de madeira e fogo (31,12%) (ALMEIDA; VIEIRA, 2014). O clima é de temperatura média anual elevada, variando em torno de 25°C e com regime pluviométrico de 2 250 mm anuais (IDESP, 2013).

**Figura 1.** Localização dos municípios de Moju e Acará-PA e das parcelas de 10m x 250m nas florestas estudadas.

**Figure 1.** Location of the municipalities of Moju and Acará-PA and the plots of 10m x 250m in the studied forests.



### Coleta e análise de dados

Foram inventariados 15 remanescentes florestais (RF1 a RF15, Tabela 1) com níveis de conservação variáveis, localizados em diferentes propriedades de Moju e Acará. Para o inventário, utilizou-se parcelas de 10 m x 250 m em cada remanescente florestal (total de 3,75 ha amostrados). As parcelas foram localizadas a uma distância entre si de no mínimo 2 km e distantes da borda da floresta no mínimo 100 m. Nessas parcelas foram medidas a altura (fuste e copa) e o diâmetro à altura do peito (DAP) de todas as árvores com DAP  $\geq 10$  cm. Para verificar o status de conservação dos remanescentes florestais, foi feita avaliação em campo e verificado a presença de clareiras artificiais, a presença de resíduos de madeira e de corte de árvores e realizada entrevista com os proprietários. Assim, foram evidenciadas duas categorias de floresta: floresta conservada (área sem sinal de exploração madeireira e sem a ocorrência de fogo acidental ou outro impacto) e floresta explorada (área com evidências de exploração e com clareiras oriundas de extração de madeira ou evidências de fogo).

**Tabela 1.** Localização e características dos remanescentes florestais estudados nos municípios de Moju e Acará, Pará.

**Table 1.** Location and characteristics of forest remnants studied in the municipalities of Moju and Acará, Pará.

Parcela	Latitude	Longitude	Situação dos remanescentes florestais (RF)
RF1	-2,21	-48,82	Floresta sem sinal de exploração madeireira
RF2	-2,19	-48,81	Floresta sem sinal de exploração madeireira
RF3	-2,18	-48,79	Floresta sem sinal de exploração madeireira
RF4	-2,31	-48,73	Floresta sem sinal de exploração madeireira
RF5	-2,27	-48,70	Floresta sem sinal de exploração madeireira
RF6	-2,61	-48,93	Floresta com evidências de exploração e com clareiras oriundas de extração de madeira
RF7	-2,56	-48,90	Floresta sem sinal de exploração madeireira
RF8	-2,60	-48,89	Floresta sem sinal de exploração madeireira
RF9	-2,53	-48,90	Floresta sem sinal de exploração madeireira
RF10	-2,67	-48,95	Floresta com evidências de exploração e com clareiras oriundas de extração de madeira
RF11	-2,92	-49,22	Floresta com evidências de exploração e com clareiras oriundas de extração de madeira o
RF12	-2,90	-49,23	Floresta com evidências de exploração e com clareiras oriundas de extração de madeira
RF13	-2,88	-49,22	Floresta com evidências de exploração e com clareiras oriundas de extração de madeira
RF14	-2,89	-49,21	Floresta com evidências de exploração e com clareiras oriundas de extração de madeira
RF15	-2,86	-49,20	Floresta com evidências de exploração e com clareiras oriundas de extração de madeira

Todos os indivíduos foram identificados em nível de espécie e os que não puderam ser identificados em campo, pelos experientes para-taxonomistas Nelson Rosa e Carlos Alberto Silva, do Museu Goeldi, seguiram com amostras férteis para identificação no Herbário João Murça Pires, localizado no Museu Paraense Emílio Goeldi. Todos os espécimes foram organizados utilizando-se o sistema de classificação APG III (2009) e as espécies foram sinonimizadas com base no sistema de dados Trópicos.org (MISSOURI BOTANICAL GARDEN, 2014) e pela lista de espécies da Flora do Brasil (LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL, 2014).

A estrutura florística para cada indivíduo, espécie e família das três áreas estudadas foi avaliada a partir dos parâmetros fitossociológicos: densidade relativa (DR), dominância relativa (DoR) e índice de valor de importância (IVI) por meio do programa FITOPAC 2 (SHEPHERD, 2010). Para todas as florestas foi estimada a biomassa ( $\text{t.ha}^{-1}$ ) acima do solo de todos os indivíduos com  $\text{DAP} \geq 10$  cm utilizando a seguinte equação alométrica ajustada por Chave *et al.*, (2005) para ambientes florestais úmidos:  $(AGB)_{EST} = 0,0509 * \rho D^2 H$ , onde AGB = biomassa estimada (Kg);  $\rho$  = densidade da madeira ( $\text{g.cm}^{-3}$ ); D = acima de 10cm; H = altura total (m). As informações de densidade da madeira das espécies foram retiradas da base de dados de Zanne *et al.* (2009).

A diversidade florística foi calculada pelo do índice de Shannon:  $H' = -\sum_i p_i (\ln p_i)$ , onde:  $p_i = n_i/N$ . A equibillidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies foi obtida pela expressão:  $J' = H'/H'_{\max}$ , onde:  $H'_{\max} = \ln(s)$  e  $s$  = número de espécie (MAGURRAN, 1988). A fim de analisar a similaridade florística entre parcelas florestais, foi calculado o Coeficiente de similaridade de Jaccard (qualitativo) (CJ) (MAGURRAN, 1988).

A variação na composição de espécies e biomassa entre os diferentes remanescentes florestais foi avaliada por meio de ordenações de escalonamento multidimensional não-métrico (non-metric multi-dimensional scaling ordinations-NMDS; CLARKE; GREEN, 1988). As matrizes de abundância e biomassa foram convertidas em similaridades utilizando-se a distância de Bray-Curtis e euclidiana. Por fim, testou-se a correlação da abundância e biomassa das espécies em relação à configuração dos dois eixos principais, por meio da correlação de Pearson, para verificar quais espécies estavam mais relacionadas.

Testou-se a separação entre floresta conservada e floresta explorada por meio do teste t de student pareado para duas amostras relacionadas, para verificar a significância dos grupos. A hipotética separação dos grupos foi testada pelo SIMPER, o qual analisa a dissimilaridade entre os grupos pela abundância das espécies que representa a desproporcionalidade entre eles, e, com isso, têm-se as potenciais espécies indicadoras de seus respectivos grupos. O teste t e o SIMPER foram realizados pelo programa Past 2.16 (HAMMER *et al.*, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No conjunto dos 15 fragmentos estudados (3,75 ha amostrados) foram computados 1.953 indivíduos (520,8 indivíduos/ha) e registradas 275 espécies, pertencentes a 142 gêneros e 55 famílias (Tabela 2). As diferenças entre os fragmentos são significantes, principalmente no que diz respeito ao número de espécies que varia de 45 no RF2 a 70 no RF3 e biomassa que varia de 491,36t/ha no RF7 a 144,89t/ha no RF11 (Tabela 2). Os altos valores de área basal e biomassa apresentados em algumas florestas, podem ser explicados pelo fato de que utilizou-se parcelas de 0,25 ha nos inventários, e isso superestima os valores de biomassa para um hectare.

**Tabela 2.** Dados florísticos e estruturais de 15 remanescentes florestais (RF) de Moju e Acará, Pará.

**Table 2.** Floristic and structural data of 15 forest remnants (RF) of Moju and Acará, Pará.

Remanescentes	Status	Nº de Espécies	Nº de Famílias	Altura Média (m)	Nº de Indivíduo (no ind/0,25 há)	H'	J'	Área Basal (m²/ha)	Biomassa (t/ha)
RF1	FC	59	27	19,36	139	3,64	0,891	26,64	320,26
RF2	FC	45	24	18,15	132	3,47	0,908	22,61	216,82
RF3	FC	70	26	20,18	151	3,93	0,922	34,31	387,09
RF4	FC	66	23	19,31	117	3,82	0,906	37,03	478,46
RF5	FC	58	21	17,17	118	3,73	0,915	26,14	286,07
RF6	FE	63	23	20,61	142	3,68	0,874	33,61	394,17

RF7	FC	53	21	20,06	98	3,78	0,945	31,68	491,36
RF8	FC	61	20	19,8	132	3,76	0,898	32,67	414,89
RF9	FC	69	21	19,23	149	3,81	0,899	34,29	446,72
RF10	FE	56	19	17,11	119	3,50	0,852	25,08	238,86
RF11	FE	48	18	16,43	112	3,48	0,895	16,05	143,97
RF12	FE	51	21	16,55	147	3,36	0,85	26,09	270,45
RF13	FE	57	24	16,98	117	3,73	0,919	22,70	277,43
RF14	FE	58	24	19,21	128	3,76	0,918	25,90	339,03
RF15	FE	54	22	17,64	152	3,57	0,891	23,58	258,93
Total		275	55		1.953				

A área basal média foi de 27,89 m<sup>2</sup> e a biomassa média de 330,96 t/ha. O remanescente RF4 apresentou a maior área basal 37,03 m<sup>2</sup> e o remanescente RF11 a menor (16,05 m<sup>2</sup>) (Tabela 2). A espécie *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A.Mori apresentou maior área basal em 5 dos 15 remanescentes e o maior valor encontrado para esta espécie em um RF foi de 7,22 m<sup>2</sup>/ha. Outras espécies que também apresentaram altas áreas basais foram *Vouacapoua americana* Aubl. (4,12 m<sup>2</sup>/ha) e *Lecythis idatimon* Aubl. (2,99 m<sup>2</sup>/ha). Outras espécies pouco abundantes também se destacaram com grande área basal como *Eschweilera grandiflora* (Aubl.) Sandwith, *Rinorea guianensis* Aubl. e *Sterculia pruriens* (Aubl.) K.Schum. Dentre as espécies de maior área basal, observa-se que *Eschweilera coriacea* possui o maior valor de biomassa.

A família Fabaceae apresentou maior número de espécies (49), seguida por Sapotaceae (35), Moraceae (14) e Chrysobalanaceae (12) sendo todas essas famílias responsáveis por 40,72% do total das espécies amostradas (Tabela 3). Em termos de número de indivíduos, Lecythidaceae, Fabaceae e Sapotaceae se sobressaem neste estudo, com 50,25% de todos os indivíduos amostrados. Em outros estudos realizados na Amazônia, (PINHEIRO *et al.*, 2007; SALOMÃO *et al.*, 2007) também foram encontradas, entre as famílias mais abundantes, Lecythidaceae, Fabaceae e Sapotaceae. De acordo com Gentry (1986), embora cada local possua um conjunto de espécies diferentes, a composição dessas florestas em nível de família é similar. Muniz *et al.* (1994), no entanto, consideram que cada família apresenta um padrão específico nas comunidades neotropicais, com grupos diferentes de espécies para diferentes estratos de floresta.

**Tabela 3.** Número de espécies (NSpp), Número de indivíduos (Ni), Densidade relativa (Dr), Dominância relativa (DoR) e Índice de valor de importância (IVI) das 10 famílias mais abundantes encontradas em 15 remanescentes florestais nos municípios de Moju e Acará, Pará

**Table 3.** Number of species (NSpp), Number of individuals (Ni), absolute density (DA), absolute dominance (DoA) and importance value index (IVI) of the 10 most abundant families found in 15 remnant forests in the municipalities of Moju and Acará Pará.

Famílias	NSpp	Ni	DoA	DA	IVI
Lecythidaceae	10	437	7,14	116,53	52,60

Fabaceae	49	321	6,74	85,60	45,22
Sapotaceae	35	218	3,33	58,13	27,72
Urticaceae	8	124	1,15	33,06	14,78
Chrysobalanaceae	12	75	1,43	20,0	13,59
Malvaceae	10	70	0,86	18,66	11,28
Burseraceae	10	77	0,74	20,53	11,24
Annonaceae	11	46	0,25	12,26	6,66
Moraceae	14	32	0,27	8,53	6,31
Lauraceae	9	18	0,34	4,80	5,55
Subtotais	176	1434	22,29	378,12	195,99
Outras	99	519	5,60	142,66	105,00
Totais	275	1953	27,89	520,80	300

Dez espécies foram responsáveis por 37% de todos os indivíduos amostrados nos remanescentes, sendo *Eschweilera coriacea* (168 indivíduos), *Lecythis idatimon* (141) e *Rinorea guianensis* (132), as mais abundantes (Tabela 4). Souza *et al.* (2006), analisando estruturalmente uma floresta ombrófila densa de terra firme não explorada na Amazônia oriental, levando-se em consideração os indivíduos com DAP  $\geq 15$ cm, encontraram como as espécies de maior valor de importância relativa, *Lecythis idatimon*, *Rinorea guianensis* e *Pouteria guianense* Aubl.

Quatro espécies se destacaram por sua alta frequência, ocorrendo em todos os remanescentes: *Vouacapoua americana*, *Lecythis idatimon*, *Eschweilera coriacea* e *Eschweilera grandiflora*. Por outro lado, um expressivo número de espécies (41%) apresentou baixa frequência, ocorrendo em um único remanescente. O número de espécies que ocorreu em apenas duas áreas foi 49. A porcentagem de espécies raras localmente, com um único indivíduo, foi alta (35%), totalizando 98 das 280 espécies. Outros estudos em florestas de Moju e região também evidenciaram altas taxas de espécies raras (SALOMÃO *et al.* 2007, ROSA; POKORNY, 2004).

**Tabela 4.** Número de indivíduos (Ni), densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA), e índice de valor de importância (IVI) das dez espécies mais abundantes encontradas em 15 remanescentes florestais nos municípios de Moju e Acará, Pará.

**Table 4.** Number of individuals (Ni), absolute density (DA), absolute dominance (DoA), and importance value index (IVI) of the ten most abundant species found in 15 remnant forests in the municipalities of Moju e Acará, Pará.

Espécies	Ni	DA	DoA	IVI
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	168	44,80	3,32	21,31
<i>Lecythis idatimon</i> Aubl.	141	37,60	1,47	13,75
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	132	35,20	0,82	10,98
<i>Vouacapoua Americana</i> Aubl.	53	14,13	1,72	10,17
<i>Eschweilera grandiflora</i> (Aubl.) Sandwith	63	16,80	0,99	8,19
<i>Cecropia sciadophylla</i> (Mart)	53	14,13	0,57	5,72
<i>Sterculia pruriens</i> (Aubl.) K.Schum.	36	9,60	0,60	5,43

<i>Inga thibaudiana</i> DC.	51	13,60	0,30	4,58
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd	26	6,93	0,46	4,58
<i>Licania canescens</i> Benoist	23	6,13	0,40	4,21
Subtotais	746	198,93	10,70	88,92
Outras	1207	313,86	17,19	211,08
Totais	1953	520,80	27,89	300

Em um levantamento sobre o potencial de espécies madeireiras de florestas de Moju, Costa *et al* (1998) encontraram 72 espécies de valor econômico com densidades de 15 a 26 árvores por hectare, entre indivíduos acima de 20 cm de DAP. Após 12 anos de exploração sob regime de manejo florestal, poucas alterações na riqueza de espécies e estrutura horizontal e vertical foram encontradas neste sítio (NEMER, 2014), da mesma forma que este estudo. De forma similar ao que encontramos nos remanescentes de florestas analisados neste trabalho, *E. coriacea* e *L. idatimon*, foram abundantes tanto em florestas intactas como manejadas por NEMER (2014). Por outro lado, estudo realizado por Rosa, Pokorny (2004) demonstrou que quando se trata de exploração madeireira desordenada, ocorrem maiores danos às espécies de valor econômico, com redução de densidade, área basal e volume, o que contribui para a degradação das florestas, mesmo que o potencial florístico dessas áreas sejam mantidos de forma elevada.

Como esperado, houve padrões de variação da diversidade entre os fragmentos, com índices de Shannon que alcançaram de 3,360 (RF12) a 3,930 (RF3) (Tabela 2), e que estão na mesma faixa de variação (entre 3 e 4) de outros estudos já realizados na região e no Estado do Pará, embora vários autores tenham encontrado índices mais altos do que 4, como os estudos realizados por Alves e Miranda (2008) em áreas de floresta de terra firme no município de Almeirim, Pará ( $H' = 4,25$ ). Todos esses índices encontrados estão dentro dos limites mencionados por Knight (1975), para florestas amazônicas, que normalmente variam de 3,83 a 5,85. Os valores de equabilidade ( $J'$ ) para as espécies variaram de 0,850 a 0,945 (Tabela 2), indicando pouca concentração de abundância de espécies, ou seja, sem espécies que se sobressaem na comunidade arbórea. Altos valores dos índices de diversidade e equabilidade indicam comunidades mais uniformes, onde a dominância de um ou poucos grupos é mais atenuada.

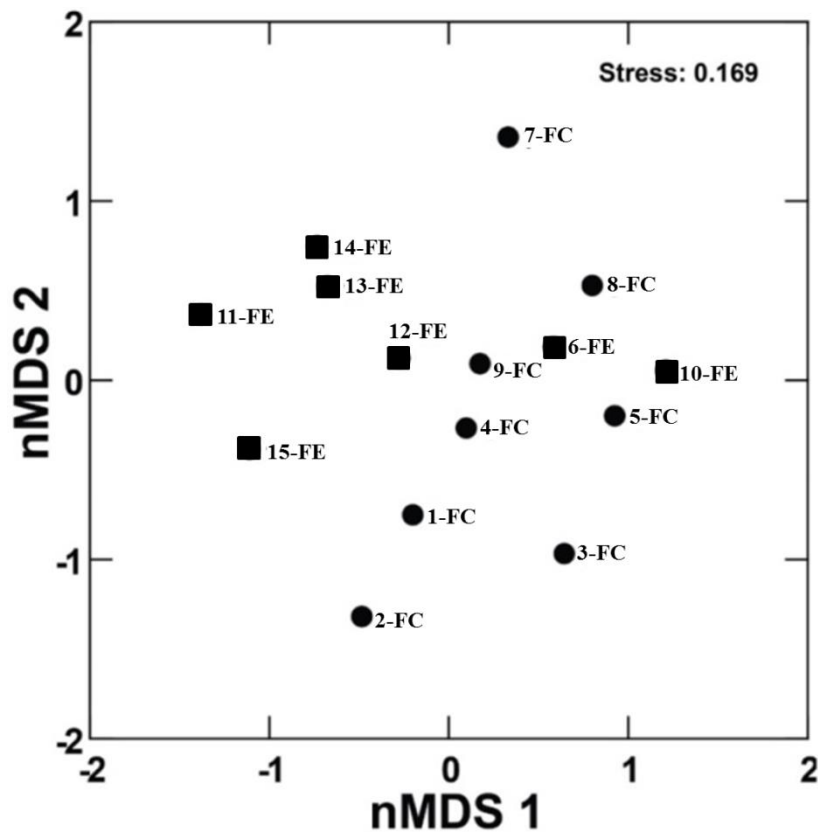
A similaridade entre os remanescentes foi baixa (menos de 50%), variando de 0,13 a 0,32. A maior similaridade foi evidenciada entre os remanescentes RF8 e RF10 (0,32), que estão localizados espacialmente próximos uns dos outros, mesmo tendo diferentes status de conservação. A menor similaridade ocorreu entre os remanescentes RF8 e RF2 (0,13), que possuem o mesmo status de conservação (floresta sem sinal de exploração madeireira), mas estão relativamente distantes. RF8 está localizado em área afastada dos vários tipos de uso da terra que predominam nos municípios e é uma área de reserva legal. RF2 está próximo a estrada, com vários usos da terra em seu entorno, o que o torna vulnerável e sujeita a maior empobrecimento da flora. A similaridade de espécies em uma comunidade diminui com o aumento da distância geográfica entre locais, independente de diferenças ambientais (Hubbell, 2001), ou seja, como resultado de limitações na dispersão das espécies, quanto mais distantes as parcelas estiverem entre si, mais distintas elas serão em termos de sua composição florística.

Um dos principais fatores atuando na composição florística e estrutura das florestas é a heterogeneidade ambiental, cujos efeitos podem ser observados mesmo no interior de pequenos fragmentos (Durigan 2009). Essa heterogeneidade é resultado da diversidade de fatores que interagem nas comunidades e a resposta das espécies a esses fatores faz com que



cada local tenha características próprias e características que são comuns a outros locais. Eventos de perturbação e as características do entorno da paisagem onde estão os fragmentos, também devem ter influenciado nos padrões encontrados.

A ordenação de nMDS mostrou que os remanescentes florestais diferem em composição de espécies arbóreas. Quando analisado o nMDS relacionado à abundância, observou-se que o eixo nMDS 1 apresenta as parcelas de acordo com o status de conservação, ou seja, as florestas conservadas à direita e as exploradas à esquerda. O mesmo comportamento foi observado para o eixo nMDS 2, onde as florestas conservadas estão na lateral e as florestas exploradas estão centrais. Assim, nota-se que a composição de espécies parece ser afetada fortemente pela perturbação (Figura 3). O teste-t revelou significativa diferença entre as florestas conservadas e exploradas ( $t: 2,275$ ;  $p = 0,02$ ), assim como a dissimilaridade média geral obtida pelo SIMPER (64,66).



**Figura 3.** Distribuição da abundância com estresse 0.169 das RF usando ordenações de escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) para identificar os agrupamentos de florestas exploradas (FE) e florestas conservadas (FC)

**Figure 3.** Species abundance with stress 0.169 of RF using non-metric multi-dimensional scaling ordinations (NMDS) to identify clusters of logging forests (FE) and conserved forests (FC).

Além de apresentar o maior Índice de Valor de Importância, o teste de SIMPER mostrou que *Eschweilera coriacea* é a espécie que mais contribui para a separação entre os grupos de parcelas exploradas e conservadas (4,74%) e também é a espécie que apresenta as mais expressivas correlações com o eixo 1 da ordenação, tanto para a distribuição das espécies (0,79) quanto para suas biomassas (-0,87), sendo esta última negativamente

3). Isto demonstra a importância desta espécie nos remanescentes conservados, visto que ela esteve associada a essas parcelas tanto na ordenação da composição quanto na biomassa. Lopes (2007) analisou populações de *E. coriacea* em fragmentos florestais na região bragantina (Nordesto do Pará) e verificou maior grau de agregação em indivíduos jovens em relação a adultos. Segundo este autor, isto pode ser decorrente do recrutamento desta espécie refletida na maior abundância de indivíduos jovens, visto que sua dispersão é barocórica e facilitada pela provável ausência de mamíferos de pequeno porte em florestas fragmentadas, os quais são predadores em potencial desta espécie. Essa espécie também foi abundante em florestas degradadas e conservadas do assentamento Olho D'água em Moju (ROSA: POKORNY, 2004).

Outras espécies como *Rinorea guianensis*, *Cecropia sciadophylla* e *Inga thibaudiana* apresentaram altos valores de correlação negativa com o eixo 1 da ordenação de dados de abundância (-0,30, -0,58 e -0,66, respectivamente) e também fazem parte das quatro espécies que contribuíram para a separação dos grupos de parcelas exploradas e conservadas (4,26%, 3,42% e 2,78%, respectivamente). Provavelmente estas são espécies que estão associadas a ambientes conservados, refletindo sua importância para a conservação. (Tabela 7).

**Tabela 7.** Composição florística das 10 espécies em relação aos eixos da ordenação do nMDS, para os dados de abundância (MDS 1\_N, MDS 2\_N) e biomassa (MDS1\_bio, MDS2\_bio) e a porcentagem de contribuição de cada espécie para a diferenciação entre os grupos de florestas conservadas e exploradas.

**Table 7.** Floristic composition of 10 species in relation to the axes of the ordination of nMDS, abundance data for (MDS 1\_N, MDS 2\_N) and biomass (MDS1\_bio, MDS2\_bio) and the percentage of contribution of each species to differentiate between conserved and exploited forest groups.

Espécies	MDS1_N	MDS2_N	MDS1_bio	MDS2_bio	Contribuição %
<i>Eschweilera coriacea</i>	0,79	-0,19	-0,87	-0,13	4,75
<i>Rinorea guianensis</i>	-0,30	-0,07	0,11	-0,13	4,26
<i>Cecropia sciadophylla</i>	-0,58	0,17	0,42	0,02	3,42
<i>Inga thibaudiana</i>	-0,66	-0,27	0,48	0,15	2,78
<i>Lecythis idatimon</i>	0,49	-0,44	-0,14	-0,22	2,64
<i>Eschweilera grandiflora</i>	-0,21	0,38	-0,20	-0,19	2,15
<i>Cecropia distachya</i>	-0,70	0,27	0,19	0,11	2,08
<i>Tapirira guianensis</i>	-0,38	-0,73	0,23	0,12	1,95
<i>Macrolobium microcalyx</i>	0,02	0,14	0,00	0,51	1,75
<i>Vismia guianensis</i>	-0,68	0,37	0,29	0,04	1,54

O mosaico de florestas conservadas e degradadas presente em uma paisagem antropizada é resultado tanto do processo de ocupação desordenada que ocorre na região amazônica, quanto do Código florestal, que ao exigir que 50% das propriedades sejam mantidas como reservas legais não prevê orientação quanto ao seu status de conservação e formato. Por outro lado, a importância dos remanescentes florestais na paisagem antrópica na região cresce à medida que cresce a área de floresta amazônica atingida por desmatamento e degradação. Como mostrado por Almeida e Vieira (2014), a paisagem da região onde se instala o polo de dendê no Pará, vem sofrendo forte diminuição dos remanescentes florestais nos últimos anos, de tal forma que em 2010, 66% das APPs do município de Moju já se encontravam em situação irregular com alteração da estrutura fisionômica e diversidade das florestas ali presentes.

O grande desafio para a conservação da paisagem florestal em uma região cada vez mais dominada pelo dendezeiro está na manutenção dos fragmentos florestais remanescentes, a

médio e longo prazos. Além disso, para continuarmos a ter florestas de qualidade ou em bom estado de conservação nessa região é preciso que haja monitoramento e fiscalização dos remanescentes florestais dos municípios para evitar novos processos de degradação florestal, como incêndios e extração predatória de madeira.

## CONCLUSÕES

- A alta heterogeneidade encontrada entre os fragmentos com relação à riqueza, diversidade, composição florística e estrutura deve estar associado não somente à heterogeneidade ambiental, mas também aos eventos de perturbação e às características do entorno onde os remanescentes estão localizados.
- O fato das assembléias de árvores das florestas perturbadas possuírem valores de riqueza e diversidade similares às conservadas, demonstra a importância desses remanescentes do ponto de vista da conservação das populações vegetais.
- A baixa similaridade entre os fragmentos florestais se deve à alta proporção de espécies exclusivas a um único remanescente florestal e às diferenças na composição de espécies e suas respectivas abundâncias nas assembléias estudadas.
- Ações que visem a recuperação das áreas de florestas degradadas devem priorizar as espécies raras localmente, encontradas em apenas um ou dois fragmentos, que somam à metade das espécies dos sítios estudados.
- O monitoramento a longo prazo das modificações na estrutura e composição destas comunidades vegetais pode fornecer subsídios importantes para o entendimento de sua dinâmica ecológica e para estratégias de conservação e restauração.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio e os recursos financeiros do Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq) por meio do projeto INCT/ Biodiversidade e Uso da Terra na Amazônia (CNPq 574008/2008-0) e da bolsa de produtividade concedida a ICGV (CNPq 306368/2013-7); ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas - Botânica tropical (POSBOT) do Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal Rural da Amazônia. Agradecemos também aos proprietários das áreas onde os levantamentos florísticos foram realizados.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. S. de; VIEIRA, I. C. G. Conflitos no uso da terra em Áreas de Preservação Permanente em um polo de produção de biodiesel no Estado do Pará. **Revista Ambiente & Água**, v. 9, p. 476-487, 2014.
- ALVES, J. C. Z. O.; MIRANDA, I. de S. Análise da estrutura de comunidades arbóreas de uma floresta amazônica de terra firme aplicada ao manejo florestal. **Acta Amazonica**, v. 38, p. 657-666, 2008.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY, GROUP III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105–21, 2009.

CHAVES, J., C.; ANDALO, S.; BROWN, M. A.; CAIRNS, J. Q.; CHAMBERS, D.; EAMUS, H.; FOLSTER, F.; FROMARD, N.; HIGUCHI, T.; KIRA, J. P.; LESCURE, B. W.; NELSON, H.; OGAWA, H.; PUIG, B.; RIERA B., YAMAKURA T. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. **Oecologia**, v. 145, p. 87–99, 2005.

CLARKE, K. R.; GREEN, R. H. Statistical design and analysis for a ‘biological effects’ study. **Marine Ecology Progress Series**, v. 46, p. 213–226, 1988.

COSTA, D. H. M.; FERREIRA, C. A. P.; SILVA, J. N. M.; LOPES, J. do C. A.; CARVALHO, J. O. P. **Potencial madeireiro de floresta densa no município de Moju, estado do Pará**. Belém: Embrapa – CPATU, Documentos 121. 33 p. 1998.

DURIGAN, G. Estrutura e diversidade de comunidades florestais.. In: MARTINS, S. V. (Ed.) **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. p185-215.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.; RYAN, P.D. **Past 2.16: paleontological statistics software pack for education and data analysis**, 2001.

HUBBELL, S. P. **The united neutral theory of biodiversity and biogeography**. Princeton University Press, Princeton, 2001.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SOCIAL E AMBIENTAL DO PARÁ – IDESP. **Estatística municipal do Moju**. 2013. Disponível em: <<http://www.idesp.pa.gov.br/paginas/produtos/EstatisticaMunicipal/pdf/Moju.pdf>>. Acesso em: 10 outubro 2013.

KNIGHT, D. H. A phytosociological analysis of species-rich tropical forest on Barro, Colorado Island, **Panama. Ecological Monographs**, v. 45, p. 259-28, 1975.

LEES, A. C.; VIEIRA, I. C. G. Oil-palm concerns in Brazilian. **Amazon. Nature**, v. 497, p. 188, 2012.

LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 15/10/2014

LOPES, M.A. Population structure of *Eschweilera coriacea* (DC.) S. A. Mori in forest fragments in eastern Brazilian Amazonia. **Revista brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 3, 2007.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princeton University Press, p. 179, 1988,

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. Tropicos, botanical information system at the Missouri Botanical Garden. **Missouri Bot. Gard.** 2014. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/>>. Acesso em: 20 outubro 2014.

MUNIZ, F. H.; CESAR, O.; MONTEIRO, R. Aspectos florísticos quantitativos e comparativos da vegetação arbórea da Reserva Florestal do Sacavém, São Luís, Maranhão (Brasil). **Acta Amazonica**, v. 24, n. 3-4, p. 189–218, 1994.

NEMER, T. C. **Dinâmica da vegetação de Floresta Tropical de Terra Firme influenciada por clareiras de origem antrópica, Moju, Pará, Brasil**. 112 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal. Brasília, 2014.

PERES, C. A.; GARDNER, T. A.; BARLOW, J.; ZUANON, J.; MICHALSKI, F.; LESS, A. C., VIEIRA, I. C. G.; MOREIRA, F. M. S.; FEELEY, K. J. Biodiversity conservation in

human-modified Amazonian forest landscapes. **Biological Conservation**, n. 143, p. 2314–2327, 2010.

PINHEIRO, K. A. O.; CARVALHO, J. O. P.; QUANZ, B.; FRANCEZ, L. M.; SCHWARTZ, G. Fitossociologia de uma área de preservação permanente no leste da amazônia: indicação de espécies para recuperação de áreas alteradas. **Floresta**, v. 37, n. 2, 2007.

ROSA, L. S.; POKORNY, B. Potencial madeireiro e florístico de duas áreas de floresta com diferentes níveis de alteração antrópica, localizadas na vila Boa Esperança, em Moju, Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, v.42, p.177-211, 2004.

SALOMÃO, R. P.; VIEIRA, I. C. G.; SUEMITSU, C.; ROSA, N. A.; ALMEIDA, S. S.; AMARAL, D. D.; MENEZES, M. P. M. As florestas de Belo Monte na grande curva do rio Xingu, Amazônia Oriental. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 2, p. 57-153, 2007.

SHEPHERD, G. J. Fitopac 2.1.2.85. Manual do Usuário. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 2010.

VIEIRA, I. C. G.; TOLEDO, P. M.; SILVA, J. M. C.; HIGUCHI, H. Deforestation and threats to the biodiversity of Amazonia. **Brazilian Journal of Biology**, v. 18, p. 949-956, 2008.

ZANNE, A. E.; LOPEZ-GONZALEZ, G.; COOMES, D. A.; ILIC, J.; JANSEN, S.; LEWIS, S. L.; MILLER, R. B.; SWENSON, N. G.; WIEMANN, M. C.; CHAVE, J. **Global wood density database**. 2009.