

Dinâmica florestal, estoque de carbono e fitossociologia  
de uma floresta densa de terra-firme na Amazônia CentralForest dynamic, carbon stock and phytosociology  
of terra firme dense forest in Central AmazoniaKátia Emídio da Silva<sup>1</sup>, Cintia Rodrigues de Souza<sup>1</sup>,  
Celso Paulo de Azevedo<sup>1</sup> e Luiz Marcelo Brum Rossi<sup>1</sup>

---

**Resumo**

Estudos sobre dinâmica florestal, estoques de carbono e florística são essenciais para embasar adequadamente o manejo sustentável e a conservação da floresta amazônica. Este trabalho teve como objetivo avaliar a dinâmica florestal, em termos de incrementos, ingressos e mortalidades, estoque de carbono, e descrever a composição florística e estrutura horizontal de uma floresta densa de terra-firme no município de Rio Preto da Eva/AM. Os inventários florestais foram realizados nos anos de 2005, 2007 e 2010, em 15 parcelas permanentes de 1 hectare cada, onde foram mensuradas todas as árvores com DAP maior ou igual a 10 cm. Foram identificadas 264 espécies, pertencentes a 53 famílias. Grande parte dos indivíduos concentra-se em poucas espécies, tais como *Protium hebetatum* Daly, *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A. Mori e *Licania oblongifolia* Standl., que somaram 21% do total de indivíduos. As famílias Sapotaceae, Lecythidaceae e Burseraceae somaram 39% do número total de indivíduos. Observou-se que 49% das espécies ocorrem na área com apenas um indivíduo, podendo-se citar *Dinizia excelsa* Ducke, *Dipterix odorata* (Aubl.) Willd., *Parkia pendula* (Willd.) Walp., *Virola pavonis* (A. DC.) A.C.S. e *Goupia glabra* Aubl. Estas espécies merecem especial atenção em locais com semelhante estrutura, a fim de evitar a extinção local de tais espécies. As taxas de ingresso foram superiores à mortalidade, e a floresta apresentou estoque de carbono crescente entre 2005 e 2010.

**Palavras-chave:** Estrutura florestal; Manejo florestal; Amazônia.

**Abstract**

Studies on forest dynamics, carbon stocks, structure and floristic composition are essential to properly determine a sustainable forest management and conservation of the Amazonian rainforest. This study aimed to assess the increments, ingrowth and mortalities (forest dynamics), floristic composition, structure and carbon stocks in a terra firme dense forest in Rio Preto da Eva, Amazonas State. Forest inventories were conducted in 2005, 2007 and 2010 in 15 permanent plots of 01 hectare each. All trees with DBH larger than 10 cm were measured. 264 species were identified belonging to 53 families. Most individuals are concentrated in few species, such as *Protium hebetatum* Daly, *Eschweilera coriacea* (DC) SA Mori and *Licania oblongifolia* Standl, which counted 21% of the individuals total number. The Sapotaceae, Burseraceae, and Lecythidaceae families represented 39 % of individuals' total number. It was observed that 49 % of the species occur in the area with only one individual, such as *Dinizia excelsa* Ducke, *Dipterix odorata* (Aubl.) Willd., *Parkia pendula* (Willd.) Walp., *Virola pavonis* (A. DC.) A.C.S. and *Goupia glabra*. These species deserve special attention, in order to avoid local extinctions. The ingrowth rates were higher than mortality; the forest increased its carbon stocks between 2005 and 2010.

**Keywords:** Forest structure; Forest management; Amazon.

---

**INTRODUÇÃO**

A floresta amazônica é o maior reservatório natural da diversidade vegetal do planeta, apresentando múltiplas inter-relações entre seus componentes bióticos e abióticos, os quais formam um conjunto de ecossistemas altamente complexos e de equilíbrio ecológico extremamente frágil (OLIVEIRA; AMARAL, 2004). Os

desmatamentos de extensas áreas de cobertura vegetal na Amazônia têm provocado perdas imensuráveis de recursos genéticos (NOBRE et al., 1991; HOUGHTON et al., 2000), onde espécies raras têm sido dizimadas e diversos habitats modificados pelas ações antrópicas, afetando a resistência e resiliência dos ecossistemas. Neste contexto, quanto maior o conhecimento da dinâmica e riqueza biológica amazônica, mais

---

<sup>1</sup>Pesquisadora Doutora. Embrapa Amazônia Ocidental - Manaus/AM. E-mail: [katia.emidio@embrapa.br](mailto:katia.emidio@embrapa.br); [cintia.souza@embrapa.br](mailto:cintia.souza@embrapa.br); [azevedo@embrapa.br](mailto:azevedo@embrapa.br); [celso.azevedo@embrapa.br](mailto:celso.azevedo@embrapa.br); [marcelo.rossi@embrapa.br](mailto:marcelo.rossi@embrapa.br).

eficientes serão as ações de manejo, conservação e restauração deste bioma.

A dinâmica e estrutura das florestas tropicais têm sido relatadas de variar através da bacia Amazônica em um gradiente leste-oeste, seguindo um padrão que coincide com variações na fertilidade do solo e geologia (QUESADA et al., 2009). Descrever estes padrões de variações, utilizando grandes conjuntos de dados, que contemplem os diferentes gradientes ambientais amazônicos é de suma importância para o entendimento dos mecanismos que determinam a distribuição das espécies, contribuindo, assim, para a definição de estratégias de manejo e conservação das florestas em face dos desmatamentos e das mudanças climáticas (CORONADO et al., 2009).

Considerando a expressiva cobertura vegetal da região amazônica, cada vez mais se tem evidenciado sua importância no controle das mudanças climáticas globais, tanto pela capacidade de emitir gases do efeito estufa para a atmosfera, via queimadas ou desmatamentos, como de absorver carbono da atmosfera por meio do crescimento do povoamento. A divulgação do segundo inventário de emissões dos gases causadores de efeito estufa do Brasil (BRASIL, 2010), revelou que o desmatamento e as atividades agropecuárias são os responsáveis pela maior parcela das emissões e pela totalidade das remoções de dióxido de carbono (as remoções incluem o manejo de áreas protegidas, a regeneração de áreas abandonadas e a mudança no estoque de carbono nos solos), com as emissões líquidas do setor representando 77% das emissões totais desse gás em 2005 (representando ligeira alta em relação ao primeiro inventário, com dados referentes a 1994) e cerca de 20% das emissões globais de gases de efeito estufa.

Em 2007, o IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima) divulgou em seu relatório sobre o aquecimento global que, na área florestal, existem quatro opções de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas: manejo florestal, redução do desmatamento, florestamento e reflorestamento. No curto prazo, os benefícios da mitigação por meio do manejo florestal e do desmatamento evitado (ou seja, conservação das florestas) são maiores do que os benefícios do reflorestamento e do florestamento (IPCC, 2007).

Segundo Santos (1996), o manejo adequado dos povoamentos florestais é importante para que os mesmos sejam transformados em sequestradores de carbono, sendo esta a principal

alternativa para a área remanescente da floresta amazônica. O manejo florestal sustentável oferece duas possibilidades para benefícios em relação ao sequestro de carbono da atmosfera para mitigação dos efeitos do aquecimento global: estocando carbono em produtos de madeira, enquanto a floresta manejada cresce novamente, e por meio de mudanças nas práticas de exploração, que podem reduzir o dano à floresta remanescente e a consequente emissão de carbono.

Assim, é fundamental reconhecer a necessidade de manutenção das florestas tropicais, que se dará por meio da utilização do manejo florestal. Tornando o manejo florestal competitivo economicamente, será possível inverter a relação de valor entre as florestas e a agricultura e pecuária, e assim minimizar o desmatamento na região amazônica.

Este trabalho objetiva ampliar o conhecimento sobre a floresta densa de terra firme na Amazônia, por meio da descrição da composição florística, estrutura horizontal, dinâmica da floresta e estoque de carbono avaliados em 15 hectares de floresta no Amazonas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Descrição da área de estudo

O trabalho foi realizado na área denominada Parque Fenológico, localizada na Estação Experimental do Distrito Agropecuário da Suframa (DAS), pertencente à Embrapa Amazônia Ocidental, no km 54 da Rodovia BR-174, no município de Rio Preto da Eva (AM). O campo experimental está localizado nas coordenadas 59° 59' 42.6" W e 2° 32' 49.7" S. O Parque Fenológico é uma área de 400 hectares de floresta primária, demarcada especificamente para estudos florestais e ecológicos.

A cobertura florestal é típica da floresta tropical úmida densa de terra-firme, com características da parte central da região amazônica, com grande diversidade de espécies lenhosas e herbáceas, não mostrando vestígios de ação antrópica.

O clima é do tipo "Am" na classificação de Köppen, quente e úmido, com precipitação média anual oscilando entre 1.355 e 2.839 mm. A temperatura média anual varia de 25,6 a 27,6° C e a umidade relativa do ar é de 84% a 90%, em média. Os meses mais chuvosos vão de dezembro a maio (inverno amazônico), e os mais secos, de agosto a novembro (verão amazônico). A altitude varia entre 50 e 100 m (BRASIL, 1978; TAPIA-CORAL et al., 1999).

Os solos predominantes na área são o latossolo amarelo com textura muito pesada e os hidromórficos, cobertos predominantemente pela vegetação da floresta densa de terras baixas, com dossel emergente (IBGE, 1999), constituídas por árvores de médio a grande porte (BRAZÃO et al., 1993). Os locais de terra-firme são planaltos formados por sedimentos do período terciário que recobrem a maior extensão da Bacia Sedimentar Amazônica, apresentando topografias modeladas por formas de relevo dissecadas em amplos interflúvios tabulares e colinas (REGIS, 1993).

A área do Parque Fenológico está dividida em 400 parcelas de um hectare cada (100 m x 100 m). Quinze destas parcelas, previamente selecionadas de forma aleatória, foram divididas em 100 subparcelas de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m), cuja numeração se iniciou pelo canto inferior esquerdo. Destas parcelas, a maioria (9), está situada nas áreas de platô, quatro contemplam platô e encosta, uma contempla encosta e baixio e uma está completamente situada no baixio. As parcelas foram medidas em abril de 2005 e novembro de 2007 e 2010. Todas as árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual a 10 cm foram mensuradas.

### Procedimentos de medição

Nos inventários florestais realizados, cada árvore foi identificada botanicamente ao nível de espécie (ou no mínimo gênero) e teve medido o DAP. Os DAPs foram medidos utilizando-se fita diamétrica a uma altura de 1,30 m do solo, para o caso de árvores com fuste sem deformidades. Quando o ponto de medição do diâmetro (PMD) apresentou qualquer tipo de irregularidade ou sapopemas, a medição foi feita em um local imediatamente acima, livre dessas anormalidades. Todos os indivíduos mensurados foram marcados com plaquetas de alumínio, sendo que o número presente nas plaquetas era composto por oito dígitos (XXX XXX XX): os três primeiros dígitos identificam a parcela, o terceiro, quarto e quinto, representam a sub-parcela e os dois últimos dígitos identificam o número da árvore. Cada subparcela tinha a sua própria sequência de numeração, ou seja, a cada nova subparcela a numeração recomeçava.

O material botânico foi identificado por meio de comparações a exsiccatas disponíveis no herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), bem como por meio de consulta à literatura especializada em espécies florestais nativas da Amazônia (RIBEIRO et al.,

1999). Os nomes botânicos foram conferidos na página da Web do Missouri Botanical Garden (MOBOT, 2010). A identificação das espécies foi feita por meio do nome científico, a fim de assegurar maior confiabilidade em todas as análises e possibilitar comparações com as amostras do herbário do INPA.

### Estrutura da floresta

O cálculo dos parâmetros estruturais da vegetação, como área basal (AB), dominância absoluta e relativa (DoA, DoR), abundância (N), densidade absoluta e relativa (DA, DR) e frequência absoluta e relativa (FA, FR) para a composição do Índice de Valor de Importância (VI) foram obtidos segundo Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), calculados no software Mata Nativa 2 (CIENITEC, 2006). A estimativa da importância ecológica das famílias na comunidade estudada foi feita mediante o Índice de Importância Familiar (VIF), calculado pela soma da diversidade (nº de espécies da família/nº total de espécies), densidade e dominância relativas, Mori e Boom (1983), utilizando o programa Microsoft Excel for Windows. As classes de diâmetro foram definidas com amplitude de 10 cm.

### Dinâmica da vegetação arbórea

Com os dados coletados, foram determinados os seguintes parâmetros referentes à dinâmica da floresta.

### Taxas de recrutamento e mortalidade

Foram obtidas por meio das seguintes equações (AZEVEDO, 2006):

$$R\% = \left\{ \frac{\text{(número de árvores ingressantes)}}{\text{(número de árvores total da medição anterior)}} \right\} \times 100 \quad (1)$$

$$M\% = \left\{ \frac{\text{(número de árvores mortas)}}{\text{(número de árvores total da medição anterior)}} \right\} \times 100 \quad (2)$$

Em que:

R% = taxa de recrutamento;

M% = taxa de mortalidade.

### Incremento periódico anual em DAP (IPA<sub>DAP</sub>), área basal (IPA<sub>C</sub>), volume (IPA<sub>V</sub>) e teor de carbono (IPA<sub>C</sub>)

Os incrementos periódicos anuais IPA<sub>DAP</sub>, IPA<sub>C</sub>, IPA<sub>V</sub> e IPA<sub>C</sub> foram calculados por meio das seguintes equações:

$$\text{Crescimento} = C_2 - C_1 \quad (3)$$

$$N_{anos} = A_2 - A_1 \quad (4)$$

$$N_{mês} = M_2 - M_1 \quad (5)$$

$$Intervalo\ ano = N_{anos} + \frac{N_{mês}}{12} \quad (6)$$

$$IPA = \frac{Crescimento}{Intervalo\ ano} \quad (7)$$

Onde:

$C_2$  e  $C_1$  = mensurações no final do período e no início do período, respectivamente, da variável de interesse;

$A_2$  e  $A_1$  = anos no final e no início do período, respectivamente;

$M_2$  e  $M_1$  = meses no final e no início do período, respectivamente;

IPA = incremento periódico anual.

A área basal foi obtida por meio das seguintes fórmulas:

$$g_i = \left( \frac{\pi * DAP^2}{40000} \right) \quad (8)$$

$$G = \sum_{i=1}^n g_i \quad (9)$$

Sendo:

$g_i$  = área da seção transversal individual;

$p = \pi$  (constante matemática);

DAP = diâmetro à altura do peito em cm;

G = área basal em  $m^2/ha$ .

O volume individual ( $v_i$ ) foi obtido pelo emprego da equação ajustada por Lima (2010) para a região central de Manaus:

$$v_i = 0,001176 * (DAP)^{1,99868} \quad (R^2 = 0,89 \text{ e incerteza} = 4,0\%) \quad (10)$$

Em que:

$v_i$  = volume comercial com casca em  $m^3$ ;

DAP = diâmetro à altura do peito em cm.

O volume por hectare (parcela) foi obtido pela somatória dos volumes individuais de cada árvore.

$$V = \sum_{i=1}^n v_i \quad (11)$$

Para determinação dos teores de biomassa e carbono, foram utilizadas as equações propostas por Silva (2007).

$$PF = 2,7179 * DAP^{1,8774} \quad (R^2 = 0,94) \quad (12)$$

$$PS = (PF) * 0,584 \quad (13)$$

$$C = (PS) * 0,485 \quad (14)$$

Onde:

PF = biomassa fresca;

PS = biomassa seca;

C = estoque de carbono.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

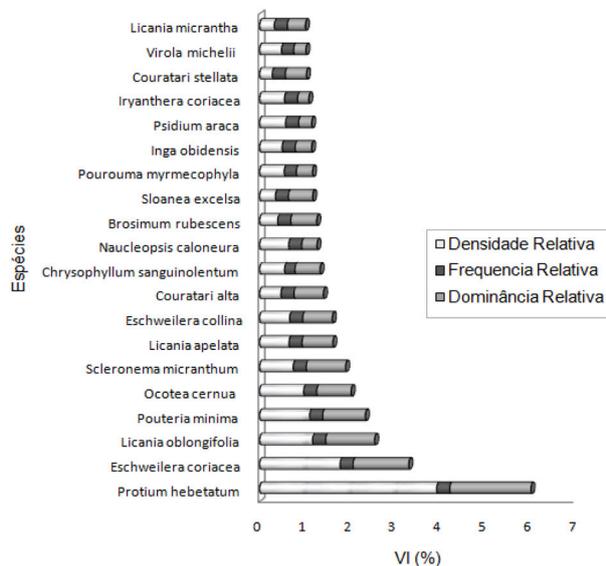
### Composição florística e estrutura horizontal

Nos 15 hectares amostrados foram identificados 8771 indivíduos, pertencentes a 264 espécies e 53 famílias com DAP = 10 cm. O número de árvores e área basal por parcela variou de 497-688 e de 23.4 a 32.7  $m^2$ , respectivamente. As 10 espécies mais importantes na área de estudo, com base no Índice de Valor de Importância (VI), Figura 1, representam 24% do VI total, sendo *Protium hebetatum* Daly, *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A. Mori, *Licania oblongifolia* Standl., *Pouteria minima* T.D.Penn. e *Ocotea cernua* (Nees) Mez s.l. as que apresentaram os maiores valores de VI. Somente as três primeiras espécies possuem 20,7% do número total de indivíduos identificados. As famílias mais importantes segundo o Índice de Valor de Importância Familiar (VIF), em ordem decrescente foram Sapotaceae, Lecythidaceae, Burseraceae, Fabaceae-Mimosoideae e Chrysobalanaceae (Figura 2), sendo que as três primeiras famílias agrupam aproximadamente 39% do número total de indivíduos.

Há grande ocorrência de espécies raras (1 indivíduo/parcela), cujos valores variaram entre 30 a 42% do número total de espécies registradas nas parcelas amostradas. Quando se avalia a ocorrência destas espécies no conjunto total dos 15 ha este valor cai para aproximadamente 13% (34 espécies), sendo Fabaceae-Mimosoideae, Fabaceae-Faboideae e Fabaceae-Caesalpi-noideae, em ordem decrescente, as famílias que tiveram maior número de espécies contribuindo para este valor.

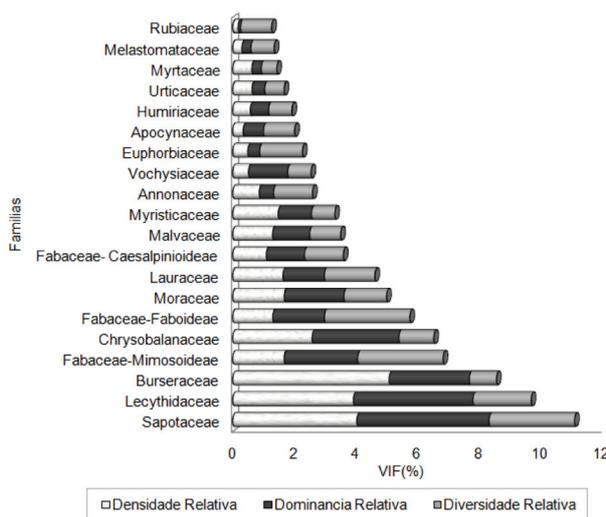
A distribuição dos indivíduos nas classes diamétricas de amplitude 10 cm (Figura 3), mostra a distribuição J-invertido, característica das florestas naturais. A amplitude total dos diâmetros variou de 10-210 cm, onde se observa a ocorrência de indivíduos em quase todas as classes diamétricas, com exceção para as classes 140-180 cm e 190-200 cm. A grande maioria dos indivíduos (61%) está distribuída na menor classe de diâmetro (10-20 cm). As duas primeiras classes (10-30 cm) concentram 80% do número total dos indivíduos nos 15 hectares amostra-

dos. *Buchenavia grandis* Ducke (Combretaceae) e *Andira parviflora* Ducke (Fabaceae-Faboideae) ocorreram na classe diamétrica 180-190 cm e *Caryocar pallidum* A.C. Smith (Caryocaraceae) e *Dinizia excelsa* Ducke (Fabaceae-Mimosoideae), na maior classe (200-210 cm).



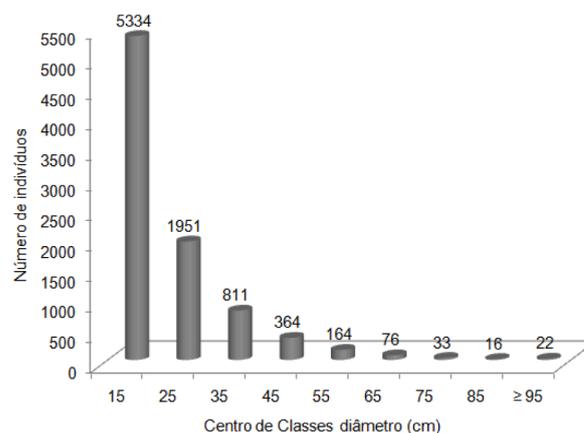
**Figura 1.** Composição do Índice de Valor de Importância-VI (%) para as 20 espécies com os maiores valores, em 2008, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, Brasil.

**Figure 1.** Composition of the Index Value - IV (%) for the 20 species with the highest values in 2008, at the Western Experimental Station of Embrapa Amazon, Manaus, AM, Brazil.



**Figura 2.** Composição do Índice de Valor de Importância Familiar - VIF (%) para as 20 famílias com os maiores valores, em 2008, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, Brasil.

**Figure 2.** Composition of the Index Value Importance of Family - VIF (%) for the 20 families with the highest values in 2008 at the Western Experimental Station of Embrapa Amazon, Manaus, AM, Brazil.



**Figura 3.** Número total de indivíduos por classes de diâmetro de amplitude 10 cm, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, Brasil.

**Figure 3.** Total number of individuals per diameter classes with amplitude 10 cm in the experimental field of Western Amazonia Embrapa, Manaus, AM, Brazil.

Como citado anteriormente, a forma da curva de distribuição dos diâmetros em J-invertido no presente estudo é típica das florestas tropicais, com alta proporção de árvores com DAP < 30 cm (FERREIRA; PRANCE, 1998; LIMA FILHO et al., 2001; HAUGAASEN; PERES, 2006). A estrutura diamétrica observada sugere que a área não tem sofrido grandes distúrbios e que a dinâmica natural de mortalidade e recrutamento de novos indivíduos, devido à ocorrência de pequenas clareiras naturais pode ser responsável pela distribuição observada (OLIVEIRA; MORI, 1999; OLIVEIRA et al., 2008). A ocorrência de alguns indivíduos em classes de diâmetro maior que 80 cm também sugere que a floresta não tem sido afetada por grandes distúrbios, onde observa-se por exemplo indivíduos de *Dinizia excelsa* com DAP de aproximadamente 200 cm.

De modo geral, a floresta de terra firme estudada apresenta composição florística e estrutura, características desta tipologia vegetal com a maioria dos indivíduos concentrados em poucas espécies e poucas famílias concentrando o maior percentual da riqueza de espécies (MILLIKEN, 1998; LIMA FILHO et al., 2001; OLIVEIRA; AMARAL, 2004; OLIVEIRA et al., 2008).

Observou-se também que as famílias com maior valor de importância não são em geral as mais abundantes ou de maior riqueza de espécies (Figura 2). A família Burseraceae, apesar da menor riqueza de espécies, quando comparada à Fabaceae-Mimosoideae e Fabaceae-Faboideae apresentou maior VIF, devido principalmente ao maior número de indivíduos observados para aquela espécie. Esta família (Burseraceae) apare-

ce com o terceiro maior VIF e é a que possui a espécie com maior VI na área (*Protium hebetatum*). Este fato demonstra a grande variabilidade nas florestas tropicais relacionada à abundância de indivíduos e diversidade nas famílias.

Gama et al. (2005) e Oliveira et al. (2008) relatam em seus estudos que *Protium hebetatum* e *Eschweilera coriacea* são as espécies mais comumente registradas nas florestas de terra firme da Amazônia, apresentando ampla distribuição geográfica e os maiores valores de abundância. Estas espécies foram também registradas no presente trabalho, com as mesmas características, onde a densidade e dominância, de modo geral, contribuíram para a maior importância das espécies na área. A maior densidade relativa observada para *Protium hebetatum* contribuiu de maneira decisiva para um maior valor de dominância e consequentemente, maior valor de VI, uma vez que as dez mais importantes espécies apresentaram similares valores de frequência, com distribuição ampla nas parcelas amostradas.

### Dinâmica florestal e de carbono

No que se refere ao estoque de carbono, as famílias mais representativas foram as seguintes: Fabaceae, Sapotaceae, Lecythydaceae, Burseraceae, Chrysobalanaceae, Moraceae, Humiriaceae e Lauraceae (nesta ordem). Estes dados estão detalhados na Tabela 1.

Dentro dessas famílias, as cinco espécies que mais se destacaram quanto ao teor de carbono foram as seguintes: *Protium hebetatum* D.C. Daly (breu vermelho, com 163,5 toneladas de carbono em 2010), *Eschweilera coriacea* (D.C.) S.A. Mori (matamatá amarelo, com 129,1 t C), *Vantanea macrocarpa* Ducke (uxirana, com 82,9 t C), *Scleronema micranthum* Ducke (Ducke) (cardeiro, com 80,6 t C) e *Couratari alta* Kunth. (tauari, com 76,7 t C).

Com base nos dados dos inventários florestais realizados, foram avaliadas as taxas de recrutamento e mortalidade no período entre 2005 e 2010. Os resultados referentes às taxas de ingresso e mortalidade anuais encontram-se na Tabela 2.

**Tabela 2.** Taxas de ingresso e mortalidade anuais (%) para os períodos 2005/2007 e 2007/2010, na área florestal monitorada.

**Table 2.** Ingrowth and anual mortality rates (%) for the 2005/2007 and 2007/2010 periods, in the study area.

Período	Ingresso (%)	Mortalidade (%)
2005 – 2007	4,7	2,5
2007 - 2010	5,2	3,8

Pode-se perceber que as taxas de ingresso foram maiores do que as taxas de mortalidade nos períodos analisados, o que pode ser explicado pela ocorrência dos fenômenos atmosféricos El Niño e La Niña. No segundo período de avaliação deste trabalho, houve um El Niño de longa duração e alto impacto, nos anos de 2009-2010, que causou diminuição da precipitação, secas e aumento do risco de incêndios florestais na região amazônica. Além disso, neste período ainda houve um La Niña, nos anos de 2007-2008 (que causa, na região amazônica, aumento da precipitação e da vazão dos rios, normalmente acompanhado de ventos fortes), que foi de forte intensidade (CPTEC, 2012). No primeiro período de medição houve apenas um El Niño de fraca intensidade entre 2006 e 2007, o que parece não ter afetado tanto a mortalidade das árvores como a La Niña entre 2007 e 2010.

As taxas de recrutamento variam bastante de acordo com o grau de exploração que a floresta sofreu. Para a floresta sem perturbação, como é o caso deste estudo, são comuns taxas em torno de 1% a 1,5% ao ano. No caso das florestas manejadas, as taxas de recrutamento ficam em torno de 2,5% a 4,5% (SILVA et al., 1995; HIGUCHI et al., 1997; AZEVEDO et al., 2008).

**Tabela 1.** Estoques e incrementos de carbono para as famílias mais representativas da área avaliada.

**Table 1.** Carbon stocks and increments for the most representative families in the study area.

Família	Estoque C em 2005 (t ha <sup>-1</sup> )	Estoque C em 2007 (t ha <sup>-1</sup> )	Estoque C em 2010 (t ha <sup>-1</sup> )	Incremento C (t ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> ) 2005-2007	Incremento C (t ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> ) 2007-2010
Fabaceae	354,87	370,12	439,74	7,63	23,20
Sapotaceae	262,30	268,43	344,19	3,07	25,25
Lecythydaceae	242,11	246,30	317,62	2,09	23,77
Burseraceae	194,83	202,30	207,46	3,73	1,72
Chrysobalanaceae	168,04	169,68	180,55	0,82	3,62
Moraceae	119,55	120,92	145,62	0,68	8,23
Humiriaceae	105,33	108,53	109,80	1,59	0,42
Lauraceae	95,03	99,01	107,59	1,99	2,86

Em florestas naturais não perturbadas, há uma tendência de equilíbrio entre as taxas de recrutamento e mortalidade, mantendo uma densidade constante, no que diz respeito às árvores com DAP superior a 10 cm (SWAINE et al., 1987; ROCHA, 2001; AZEVEDO, 2006, ROSSI et al., 2007). Normalmente, os valores das taxas médias de mortalidade de árvores em florestas tropicais não perturbadas variam entre 1% e 3,2% ao ano, com uma taxa mais alta para as espécies pioneiras (KOHLENER et al., 2001). Segundo Alder (1995), taxas de mortalidade variando entre 1% e 5% são normais e esperadas para florestas tropicais com e sem interferências.

Já Higuchi et al. (2011) avaliaram a mortalidade de árvores, na Amazônia central, após as tempestades convectivas de 2005. Os autores compararam a mortalidade por seca e por tempestade, afirmando que a seca mata mais as árvores suprimidas e de forma mais lenta, não existindo o efeito dominó. A mortalidade por tempestade é mais democrática e afeta tanto as árvores mais quanto as menos sadias, independentemente das classes de diâmetro ou das espécies. Por fim, os autores concluem que a falta de chuvas contribui mais com a mortalidade das árvores na escala regional; na escala de comunidades, o excesso de chuvas é que mais contribui para o aumento da mortalidade.

Phillips et al. (1994) compilaram dados sobre taxas anuais de mortalidade de florestas tropicais em 25 sítios localizados em quatro continentes. As taxas variaram de 0,67% a 2,85%, sendo as mais altas encontradas na Amazônia peruana e as mais baixas na Austrália e em Uganda.

A Tabela 3 contém os valores médios de DAP (cm), área basal ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ), volume ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ) e estoque de carbono total ( $t \cdot ha^{-1}$ ).

**Tabela 3.** Valores médios de DAP (cm), área basal ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ), volume ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ) e estoque de carbono total ( $t \cdot ha^{-1}$ ), nos anos de 2005, 2007 e 2010 para a área florestal monitorada (indivíduos com DAP  $\geq$  10 cm).

**Table 3.** Mean DAP (cm) values, basal area ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ), volume ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ) and total carbon ( $t \cdot ha^{-1}$ ), in the 2005, 2007 and 2010 (individuals with DAP  $\geq$  10 cm).

Ano	DAP (cm)	G ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ )	V ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ )	C ( $t \cdot ha^{-1}$ )
2005	21,0	24,8 $\pm$ 2,3	369,3 $\pm$ 33,7	158,7 $\pm$ 13,3
2007	20,4	25,4 $\pm$ 2,4	378,5 $\pm$ 35,2	162,6 $\pm$ 13,8
2010	21,7	25,7 $\pm$ 2,2	383,6 $\pm$ 32,7	165,4 $\pm$ 12,9

Analisando os dados das Tabelas 2 e 3, pode-se chegar à conclusão que a área florestal avaliada representou um sumidouro de carbono da atmosfera, por meio do crescimento da floresta (taxas de recrutamento superiores às de mortalidade e estoques de carbono crescentes), no período avaliado.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados, pode-se concluir que, entre os anos de 2005 e 2010, a floresta densa de terra firme analisada apresentou ingressos superiores à mortalidade e incrementos positivos em carbono.

Em relação à estrutura da floresta, houve elevada incidência de espécies raras, e a maior densidade de indivíduos esteve concentrada em poucas espécies.

Estes resultados reforçam a importância dos estudos de dinâmica florestal, a fim de apoiar as ações de manejo sustentável e prevenir a extinção de espécies raras e com baixa abundância.

## AGRADECIMENTOS

Ao Projeto Manejo Florestal na Amazônia (Embrapa/Tesouro Nacional).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDER, D. Growth modelling for mixed tropical forests. Oxford: University of Oxford. Department of Plant Sciences, 1995. 231 p. (Tropical Forestry Paper, 30).

AZEVEDO, C. P. Dinâmica de florestas submetidas a manejo na Amazônia Oriental: experimentação e simulação. 2006. 254 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

AZEVEDO, C. P.; SANQUETTA, C. R.; SILVA, J. N. M.; MACHADO, S. A. Efeito de diferentes níveis de exploração e de tratamentos silviculturais sobre a dinâmica da floresta remanescente. *Floresta*, Curitiba, v. 38, n. 2, p. 277-293, 2008.

BRASIL. DNPM / PROJETO RADAMBRASIL. *Folha SA. 20 – Manaus*. Rio de Janeiro, 1978, v. 18.

BRAZÃO, J. E. M.; SANTOS, M. M.; SILVA, Z. L. Vegetação e Recursos Florísticos. In: CALDEIRON, S. S. (Ed.). *Recursos Naturais e Meio Ambiente: Uma visão do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. v. 1, p. 59-68.

- CIENTEC. **Software Mata Nativa 2: Sistema para Análise Fitossociológica, Elaboração de Inventários e Planos de Manejo de Florestas Nativas.** Viçosa: CIENTEC, 2006.
- CORONADO, E. N. H.; BAKER, T. R.; PHILLIPS, O. L.; PITMAN, N. C. A.; PENNINGTON, R. T.; VÁSQUEZ MARTÍNEZ, R.; MONTEAGUDO, A.; MOGOLLÓN, H.; DÁVILLA CARDOSO, N.; RÍOS, M.; GARCÍA-VILLACORTA, R.; VALDERRAMA, E.; AHUITE, M.; HUAMANTUPA, I.; NEILL, D. A.; LAURANCE, W. F.; NASCIMENTO, H. E. M.; ALMEIDA, S. S.; KILLEEN, T. J.; ARROYO, L.; NUÑEZ, P.; ALVARADO, L. F. Multi-scale comparisons of tree composition in Amazonian terra firme forests. *Biogeosciences Discussions*, v. 6, p. 2719-2731, 2009.
- CPTEC - CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. *El Niño e La Niña*. 2012. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br>>. Acesso em: 13 mar. 2013.
- FERREIRA, L. V.; PRANCE, G. T. Species richness and floristic composition in four hectares in the Jaú National Park in upland forests in Central Amazonia. *Biodiversity and Conservation*, Amsterdam, v. 7, n. 10, p. 1349-1364, 1998.
- GAMA, J. R. V.; SOUZA, A. L.; MARTINS, S. V.; SOUZA, D. R. Comparação entre florestas de várzea e terra-firme do Estado do Pará. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 607-616, 2005.
- HAUGAASEN, T.; PERES, C. A. Floristic, edaphic and structural characteristics of flooded and unflooded forests in the lower Rio Purus region of central Amazonia, Brazil. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 36, n. 1, p. 25-36, 2006.
- HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; LIMA, A. J. N.; HIGUCHI, F. G.; CHAMBERS, J. Q. A floresta amazônica e a água da chuva. *Floresta*, Curitiba, v. 41, n. 3, p. 427-434, 2011.
- HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; FREITAS, J. V.; VIEIRA, G.; CÖIC, A.; MINETTE, L. J. Crescimento e Incremento de uma Floresta Amazônica de Terra firme Manejada Experimentalmente. Manaus: INPA/DFID, p. 87-132, 1997. (Relatório Final do Projeto Bionte).
- HOUGHTON, R. A.; SKOLE, D. L.; NOBRE, C. A.; HACKLER, J. L.; LAWRENCE, K. T.; CHOMENTOWSKI, W. H. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. *Nature*, London, v. 403, n. 6767, p. 301-304, 2000.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa digital temático de vegetação, Banco de dados SIPAM, Brasil**, 1999.
- IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Contribución del Grupo de Trabajo III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático**. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch>>. Acesso em: 06 dez. 2007.
- KOHLER, P.; DITZER, T.; ONG, R. C.; HUTH, A. Comparison of measured and modelled growth on permanent plots in Sabahs rain forests. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 144, n. 1-3, p. 101-111, 2001.
- LIMA, A. J. N. L. **Avaliação de um sistema de Inventário Florestal Contínuo em áreas manejadas e não manejadas do Estado do Amazonas (AM)**. 2010. 183 p. Tese (Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA/UFAM, Manaus, 2010.
- LIMA FILHO, D. A.; MATOS, F. D. A.; AMARAL, I. L.; REVILLA, J.; COELHO, L. S.; RAMOS, J. E.; SANTOS, J. L. Inventário florístico de floresta ombrófila densa de terra firme, na região do Rio Urucu-Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 31, n. 4, p. 565-579, 2001.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Sumário de emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa por gás. In: **Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança de Clima**, 2010. p. 139-152.
- MILLIKEN, W. Structure and composition of one hectare of central Amazonian terra firme Forest. *Biotropica*, Lawrence, v.30, n. 4, p. 530-537, 1998.
- MOBOT - MISSOURI BOTANICAL GARDEN. Disponível em: <<http://mobot.mobot.orgw3t/search/vas.htm>>. Acesso em: 22 mar. de 2010.
- MORI, A. S.; BOOM, B. Ecological importance of Myrtaceae in an Eastern Brazilian wet forest. *Biotropica*, Lawrence, v. 15, n. 1, p. 68-70, 1983.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods for vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974. 547 p.

- NOBRE, C. A.; SELLERS, P.; SHUKLA, J. Amazonian deforestation and regional climate change. *Journal of Climate*, v.4, n. 10, p. 957-988, 1991.
- OLIVEIRA, A. A.; MORI, S. A. A central Amazonian terra firme forest. I. High tree species richness on poor soils. *Biodiversity and Conservation*, Amsterdam, v. 8, n. 9, p. 1219-1244, 1999.
- OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 34, n. 1, p. 21-34, 2004.
- OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L.; RAMOS, M. B. P.; NOBRE, A. D.; COUTO, L. B.; SAHDOR, R. M. Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 38, n. 4, p. 627-642, 2008.
- PHILLIPS, O. L.; HALL, P.; GENTRY, A. H.; SAWYER, S. A.; VÁSQUEZ, R. Dynamics and species richness of tropical rain forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America*, Washington, v. 91, n. 7, p. 2805-2809, 1994.
- QUESADA, C. A.; LLOYD, J.; SCHWARZ, M.; BAKER, T. R.; PHILLIPS, O. L.; PATIÑO, S.; CZIMCZIK, C.; HODNETT, M. G.; HERRERA, R.; ARNETH, A.; LLOYD, G.; MALHI, Y.; DEZZEO, N.; LUIZÃO, F. J.; SANTOS, A. J. B.; SCHMERLER, J.; ARROYO, L.; SILVEIRA, M.; PRIANTE FILHO, N.; JIMENEZ, E. M.; PAIVA, R.; VIEIRA, I.; NEILL, D. A.; SILVA, N.; PEÑUELA, M.; MONTEAGUDO, A.; VÁSQUEZ, R.; PRIETO, A.; RUDAS, A.; ALMEIDA, S.; HIGUCHI, N.; LEZAMA, A. T.; LÓPEZ-GONZÁLEZ, G.; PEACOCK, J.; FYLLAS, N. M.; ALVAREZ DÁVILA, E.; ERWIN, T.; DI FIORI, A.; CHAO, K. J.; HONORIO, E.; KILLEEN, T.; PEÑA CRUZ, A.; PITMAN, N.; NÚÑEZ VARGAS, P.; SALOMÃO, R.; TERBORGH, J.; RAMÍREZ, H. Regional and large-scale patterns in Amazon forest structure and function are mediated by variations in soil physical and chemical properties. *Biogeosciences Discussions*, v. 6, p. 3993-4057, 2009.
- REGIS, W. D. E. Unidades de Relevô. In: CALDEIRON, S.S. (Ed). *Recursos Naturais e Meio Ambiente: Uma visão do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE. 1993. v. 1, p.39-45.
- RIBEIRO, J. E. L. S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. S.; BRITO, J. M.; SOUZA, M. A. D.; MARTINS, L. H. P.; LOHMAN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. C.; SILVA, C. F.; MESQUITA, M. R.; PROCÓPIO, L. C. *Flora da Reserva Ducke. Guia de Identificação das Plantas Vasculares de uma Floresta de Terra-Firme na Amazônia Central*. Manaus: INPA, 1999, 793 p.
- ROCHA, R. M. *Taxas de recrutamento e mortalidade da floresta de terra-firme da Bacia do Rio Cuieiras na região de Manaus-AM*. 2001. 49 p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA/UFAM), Manaus, 2001.
- ROSSI, L. M. B.; KOEHLER, H. S.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E. Modelagem de mortalidade em florestas naturais. *Floresta*, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 275-291, 2007.
- SANTOS, J. Análise de modelos de regressão para estimar a fitomassa da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira. 1996. 121 p. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.
- SILVA, J. N. M., CARVALHO, J. O. P., LOPES, J. C. A., ALMEIDA, B. F., COSTA, D. H. M., OLIVEIRA, L. C., VANCLAY, J. K. E SKOVSGAARD, J. P. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 years after logging. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 71, n. 3, p. 267-274, 1995.
- SILVA, R. P. *Alometria, estoque e dinâmica da biomassa de florestas primárias e secundárias na região de Manaus (AM)*. 2007. 152 p. Tese (Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA/UFAM, Manaus, 2007.
- SWAINE, M. D.; LIEBERMAN, D.; PUTZ, F. E. The dynamics of tree populations in tropical forest. *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, v. 3, n. 4, p. 285-289, 1987.
- TAPIA-CORAL, S. C.; LUIZÃO, F. J.; WANDELLI, E. V. Macrofauna da liteira em sistemas agroflorestais sobre pastagens abandonadas na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 29, n. 3, p. 477-495, 1999.

Recebido em 29/04/2014

Aceito para publicação em 05/12/2014

