

Densidade de madeira em florestas do ‘arco do desmatamento’: Implicações para biomassa e fluxo de carbono a partir de mudança de uso da terra na Amazônia brasileira¹

Euler Melo Nogueira^{a,*}, Philip Martin Fearnside^b, Bruce Walker Nelson^b, Mabiane Batista França^a

^a Egressos do Programa de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA. Av. André Araújo, 2936, C.P. 478, CEP 69 011-970, Manaus, Amazonas, Brasil.

^b Departamento de Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA. Av. André Araújo, 2936, C.P. 478, CEP 69 011-970, Manaus, Amazonas, Brasil. Tel: +55 (92) 3643-1822.

*Autor para correspondência: euler@inpa.gov.br

¹ Versão em português do artigo publicado originalmente em inglês como: Nogueira, E.M., Fearnside, P.M., Nelson, B.W., França, M.B., 2007. Wood density in forests of Brazil’s ‘arc of deforestation’: Implications for biomass and flux of carbon from land-use change in Amazonia. *Forest Ecology and Management* 248, 119-135.

Resumo

A densidade da madeira é uma importante variável nas estimativas de biomassa florestal e emissões de gases de efeito-estufa por mudança de uso da terra. A densidade média da madeira usada nas estimativas de biomassa da floresta Amazônica brasileira tem sido baseada em amostras obtidas fora do ‘arco do desmatamento’, região onde tem sido emitida a maior parte do fluxo de carbono por mudanças de uso da terra. Este estudo apresenta novas estimativas de densidade de madeira para as porções sul e sudoeste do ‘arco do desmatamento’ da Amazônia brasileira (SSWA), usando espécies coletadas localmente ponderadas por seu volume a partir de inventários locais em larga-escala. A densidade média da madeira foi calculada para todo o fuste, incluindo a casca, incorporando a variação radial e longitudinal. No total, 403 árvores foram amostradas em seis locais de coleta. No sul da Amazônia brasileira (SBA), 225 árvores (119 espécies ou morfo-espécies) foram amostradas em quatro locais diferentes. No leste do estado do Acre 178 árvores (128 espécies ou morfo-espécies) foram amostradas na altura do peito em dois tipos de floresta. A densidade básica média nos locais de coleta do SBA foi $0,593 \pm 0,113$ (média ± 1 d.p.; $n = 225$; extremos $0,265 - 0,825$). Para as árvores amostradas no Acre a densidade média da madeira na altura do peito foi $0,540 \pm 0,149$ ($n = 87$) na floresta aberta dominada por bambu e $0,619 \pm 0,149$ ($n = 91$) na floresta densa livre de bambu. A densidade de madeira média nos locais de coleta do SBA foi significativamente maior que nas florestas dominadas por bambu, exceto para a floresta densa nos locais de coleta do Acre. A partir dos inventários de madeira comercial do Projeto RadamBrasil, na porção SSWA do ‘arco do desmatamento’, o volume de madeira e a densidade da madeira de cada espécie ou gênero foram usadas para estimar a densidade média de madeira ponderada pelo volume total de madeira inventariada em cada unidade de vegetação. Estas unidades foram definidas pela intersecção entre os tipos de florestas mapeados e estados. A área de cada unidade foi então usada para computar a densidade média da madeira de $0,583 \text{ g cm}^{-3}$ para todos os volumes de madeira no SSWA. Este valor é 13,6% menor que o valor utilizado para esta região em estimativas anteriores de densidade média de madeira. Quando combinado com as novas estimativas para o SSWA, a densidade de madeira média resultante para todos os volumes de madeira na Amazônia brasileira como um todo é de $0,642 \text{ g cm}^{-3}$; valor 7% menor que a estimativa anterior de $0,69 \text{ g cm}^{-3}$. Estes resultados sugerem que as estimativas atuais de emissões de carbono por mudança de uso da terra na Amazônia brasileira estão superestimadas. O impacto sobre as estimativas de biomassa e emissões de carbono é substancial porque o ajuste para baixo é maior justamente nos tipos de floresta alvo de maior desmatamento. Para 1990, com $13,8 \times 10^3 \text{ km}^2$ de desmatamento, as emissões para a Amazônia brasileira seriam reduzidas por $23,4-24,4 \times 10^6 \text{ Mg}$ carbono equivalente de CO_2 /ano (para cenários de gás-traço alto e baixo), ou 9,4–9,5% da emissão grossa e 10,7% da emissão líquida comprometida, ambas excluindo solos.

Palavras-chave: Floresta Amazônica; Fluxo de carbono, Biomassa da floresta, Aquecimento Global; Densidade de madeira.

1. Introdução

Os maiores erros no balanço de carbono da região tropical são oriundos de incertezas nas estimativas de biomassa acima do solo das florestas (Houghton, 2003a, 2005; Houghton et al., 2001). A densidade da madeira é uma importante variável para aperfeiçoar as estimativas de estoque de carbono e de emissões de gases de efeito-estufa por desmatamento ou quando a floresta é convertida para outros usos (Baker et al., 2004; Chave et al., 2005; Fearnside, 1997; Nogueira et al., 2005; Malhi et al., 2006). Isto ocorre porque a densidade de madeira é necessária para converter inventários de volume de madeira para biomassa (Brown et al., 1989; Brown, 1997; Fearnside, 2000a,b; Houghton et al., 2001). Além disso, melhorias nas estimativas de densidade da madeira aumentariam o entendimento sobre as mudanças de estoque de carbono antes e após mudanças de uso da terra.

Emissões de carbono por desmatamento da Amazônia devem ser determinadas pela biomassa daquelas florestas que estão sendo desmatadas, não exatamente pela biomassa média da região. A porção da Amazônia brasileira responsável pela maior parte das emissões está inserida no ‘arco do desmatamento’, que inclui o sudoeste, sul e a borda leste da bacia (Brasil, INPE, 2002). Embora numerosos inventários florestais de volume de madeira de grandes árvores têm sido produzidos para o sul e sudoeste da Amazônia brasileira (Brasil, Projeto RadamBrasil, 1980; veja Figura 1), são escassos dados para densidade de madeira mensurados diretamente no ‘arco do desmatamento’. Conseqüentemente, recentes estudos de estoque e emissão de carbono para a Amazônia (Achard et al., 2004; Brown, 1997; Fearnside, 2000a,b; Fearnside and Laurance, 2003, 2004; Houghton et al., 2001) têm sido baseados em listas de densidade publicadas que foram obtidas em partes da região amazônica fora do ‘arco do desmatamento’ (Brown et al., 1989; Fearnside, 1997).

O uso de dados de densidade de madeira obtidos fora do ‘arco do desmatamento’ pode resultar em superestimativa porque os solos são mais férteis ao longo das bordas sul e sudoeste da bacia (Brasil, Projeto RadamBrasil, 1976, 1978, 1983; Brown and Prance, 1987, Fig. 2.1; Sombroek, 2000). A densidade de madeira tem sido demonstrada variar inversamente com a fertilidade do solo (Baker et al., 2004; Muller-Landau, 2004; Parolin and Ferreira, 1998; ter Steege et al., 2006). Outros fatores, como frequência de distúrbios naturais, disponibilidade de luz no sub-bosque, umidade e zonas climáticas de vida, podem afetar as estratégias de crescimento e, por conseguinte, a densidade de madeira (Chudnoff, 1976; Wiemann and Williamson, 2002; Woodcock and Shier, 2003). No sul e sudoeste da Amazônia brasileira (SSWA), florestas abertas naturalmente perturbadas pela abundância de

bambu semi-escandentes ou lianas tendem a ter mais árvores de rápido crescimento com madeira mais leve (Nelson et al., 2006). Estas florestas ocuparam 400.000 km² do SSWA antes de seu parcial desmatamento (Brazil, IBGE, 1997; Nelson, 1994). Florestas do tipo aberta também tem menos caules por hectare, maior abertura no dossel e conseqüentemente maior penetração de luz quando comparado com floresta densa (Veloso et al., 1991). Estas florestas também têm menos precipitação anual e um período seco mais longo que as porções central e oeste da Amazônia (Brazil, ANA/SIH, 2006).

Outro problema com as estimativas existentes de densidade de madeira é que muitos dos dados de densidade disponíveis para a Amazônia não foram intencionalmente obtidos para uso em estimativas de biomassa. Os métodos diferem quanto à posição radial e longitudinal de amostragem no fuste e quanto ao modo que a massa e o volume das amostras de madeira foram determinados. Muitos métodos conduzem a uma superestimativa na densidade média da madeira de toda a árvore (Fearnside, 1997; Nogueira et al., 2005). Muitos dos bancos de dados de densidade de madeira usados por Fearnside (1997) para estimativas de biomassa faltam adequada correção para a variação radial. Este erro foi calculado ser equivalente a -5,3% para floresta densa na Amazônia central (Nogueira et al., 2005). Além disso, alguns bancos de dados de densidade de madeira também não incorporam a diminuição da densidade com a altura ao longo do fuste.

A questão examinada neste artigo é se a média de densidade de madeira comumente usada nas estimativas de emissões de carbono é adequada para o SSWA. Neste artigo são usados dois novos bancos de dados de densidade de madeira por táxon.

2. Material e Métodos

2.1. Locais de Coleta

A localização de todas as áreas de coleta é demonstrada na Figura 1. As árvores foram cortadas sempre em floresta primária, ou em florestas sem sinal visível de perturbação. Deve ser notado que, embora florestas conhecidas como 'florestas primárias' são preferidas para serem estudadas, todas as florestas na Amazônia podem ter sido afetadas por perturbações anteriores por povos indígenas e/ou eventos climáticos extremos (Clark, 2007). Áreas com qualquer evidência de exploração madeireira no passado foram evitadas. O conjunto de dados que representa o sudoeste da Amazônia é composto de 178 árvores oriundas de floresta aberta dominada por bambu e floresta densa, ambas no leste do estado do Acre (França, 2002). O conjunto de dados do sul da Amazônia foi obtido em quatro locais de coleta, sendo três no noroeste do estado do Mato Grosso e um no sul do estado do Pará, totalizando 225 árvores.

Estas quatro áreas foram localizadas em floresta úmida aberta dominada por lianas ou por grandes palmeiras. Todos os locais estão a uma altitude de 200 a 300 m acima do nível do mar. Florestas densas e sazonais ocorrem próximo aos locais de coleta no sul da Amazônia, enquanto savanas ocorrem em áreas mais elevadas (Brasil, Projeto RadamBrasil, 1980). As listas de espécies para ambas as regiões são fornecidas nos Anexos A e B.

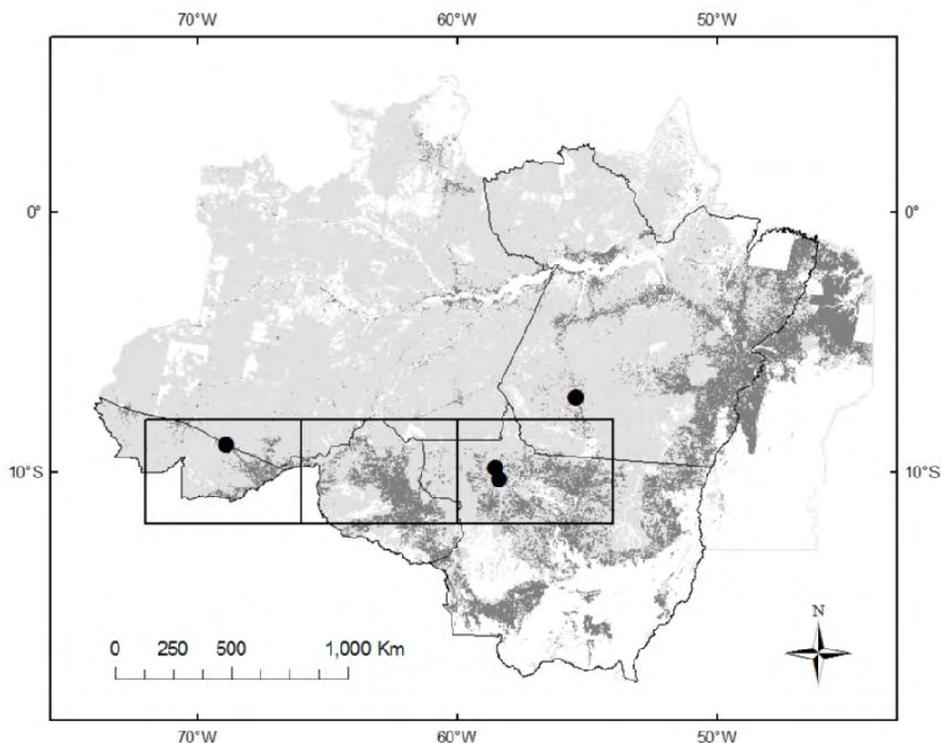


Figura 1. Círculos sólidos demonstram locais de coleta, sendo de W para E: Sena Madureira, Cotriguaçu, Juruena e Novo Progresso. Os estados mencionados no texto são contornados, sendo de W para E: Acre, Rondônia, Mato Grosso e Pará. Os retângulos são os inventários do Projeto RadamBrasil, a partir W para E: SC.19 Rio Branco, SC.16 Porto Velho e SC.21 Juruena. O cinza escuro é a extensão do desmatamento até 2004, cinza claro é a floresta restante, o branco são áreas naturalmente não-florestadas ou *status* de vegetação não detectado devido a nuvens. Dados de desmatamento foram obtidos a partir do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A área de coleta no Acre está localizada a 25 km a oeste da cidade de Sena Madureira. Aproximadamente igual número de árvores foi amostrado em floresta densa (91 árvores) e em floresta aberta dominada por bambu (87 árvores). Dois dos locais de coleta no sul da Amazônia foram localizados no município de Juruena, no noroeste de Mato Grosso (44 árvores amostradas). Um terceiro local foi situado no município de Cotriguaçu (116 árvores),

também no noroeste do Mato Grosso. O quarto local de coleta foi situado no município de Novo Progresso no sul do Pará (65 árvores), próximo a rodovia BR-163.

Segundo a classificação da FAO, o solo sob os tipos de floresta no Acre é *vertisol* relativamente fértil, ou *vertic latosol* com altas concentrações de cátions (Vidalenc, 2000). Os locais de coleta no estado do Mato Grosso estão sobre *xanthic* ou *orthic ferralsols* e *ferralic arenosols*. No local de coleta no sul do Pará predomina *orthic acrisols* e *ferralsols* sobre planalto do escudo granítico (FAO, 1988; Sombroek, 2000).

O clima no leste do estado do Acre é tropical úmido com precipitação anual média de 2250 mm e quatro meses com menos de 100 mm por mês. Nos locais de coleta do Mato Grosso o clima predominante é também tropical úmido com 2075 mm de precipitação média anual e seis meses com precipitação mensal abaixo de 100 mm (Brasil, ANA/SIH, 2006). No sul do Pará a média de precipitação anual é de 2280 mm com três meses de precipitação abaixo de 100 mm por mês (Brasil, ANA/SIH, 2006). Em todos os locais de coleta, os extremos na temperatura média anual oscila entre 19,5 a 31,5 °C (Brasil, INMET, 2006).

2.2. Amostras de madeira e determinação da densidade

Amostras foram retiradas de árvores cortadas randomicamente dentro de cada classe de tamanho, a partir de 5 cm DAP (diâmetro na altura do peito). Entretanto, quotas foram estabelecidas para cada classe de tamanho baseadas na proporção que cada classe contribui para a área basal de um inventário florestal local. Medições foram feitas do DAP (1,30 m acima do solo ou acima de sapopema, quando presente), altura total e altura do fuste comercial. Amostras botânicas foram coletadas de todas as árvores e identificadas por experientes para-botânicos no herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

Um disco de madeira com espessura constante (~3 cm) foi retirado na altura do peito ou no final do toco (nas árvores amostradas em Juruena, devido solicitação da companhia madeireira), mesmo na presença de sapopema. Nos dois locais de coleta no estado do Acre, foram feitos discos somente na altura do peito (França, 2002). Nas árvores coletadas no sul da Amazônia um segundo disco foi retirado na altura final do fuste comercial, logo abaixo do alargamento associado com a base do primeiro galho grosso. Em todos os casos, uma possível variação radial na densidade foi compensada pela obtenção de um disco completo de mesma espessura, incluindo a casca. A densidade básica da madeira foi determinada para o disco inteiro ou para um pedaço (semelhante a uma fatia de pizza) obtido a partir do disco. Se o disco tinha anéis de crescimento excêntricos, a fatia foi obtida a partir da região mediana entre

as áreas com os anéis mais estreitos e mais largos. Se a árvore tinha sapopemas ou caneluras na altura do peito, a fatia incluía parte da sapopema e parte da canelura. A fatia foi posicionada de modo a permitir uma representação proporcional aproximada da área da secção do disco como um todo, incluindo as áreas de sapopema e caneluras eventualmente existentes no disco. A mesma metodologia foi aplicada em estudos na Amazônia central (Nogueira et al., 2005), e é considerada um protocolo apropriado para futuros estudos de densidade. Nos locais de coleta do sul da Amazônia, amostras do cerne foram também retiradas quando presentes. As amostras do cerne foram feitas junto ao centro dos discos.

Neste estudo, a densidade de madeira é definida como ‘densidade básica’ ou ‘gravidade básica específica’, que é obtida pela razão entre a massa seca e o volume da madeira verde (Fearnside, 1997; Nogueira et al., 2005). Para evitar encolhimento do volume, os discos frescos ou fatias foram conservados na sombra, e a massa e o volume da madeira verde foram determinados no mesmo dia de coleta das amostras. A massa da madeira verde foi obtida usando uma balança operada por bateria com 1% de acuracidade e 2000 g de capacidade. O volume da madeira verde foi determinado pelo deslocamento de água em um recipiente colocado sobre a balança. Um estilete foi fixado em cada amostra que foi forçada a submergir. O incremento no peso do recipiente (em gramas) corresponde ao volume da amostra submersa em cm^3 (ASTM, 2002). O volume foi determinado após uma primeira submersão para preencher os poros expostos. Para obter o peso seco de cada amostra uma estufa elétrica foi usada a 103 °C (ASTM, 2002). As amostras foram consideradas completamente secas quando o peso foi estabilizado por três dias consecutivos. Para todas as árvores a densidade básica média do fuste foi determinada como a média aritmética entre a densidade na altura do peito (ou no final do toco para árvores em Juruena) e na altura final do fuste. A densidade média ajustada para o afilamento do fuste não foi usada porque não difere significativamente da média aritmética (Nogueira et al., 2005).

2.3. Densidade média da madeira por tipo de floresta no SSWA

Duas tabelas regionais de densidade média da madeira por táxon (espécies ou gênero) foram desenvolvidas, uma para o sudoeste e outra para o sul da Amazônia brasileira. Os nomes foram conferidos utilizando Ribeiro et al. (1999) e/ou através do banco de dados para os trópicos do Missouri Botanical Garden (<http://mobot.mobot.org/W3TSearch/vast.html>). Todos os valores são médias do fuste, incluindo casca, alburno e cerne. Como não foram coletados discos no final do fuste nas florestas do Acre, para aquele banco de dados foi aplicada uma correção de -4,2% para ajustar a diminuição da densidade ao longo da altura do

fuste. Esta foi a variação encontrada nas árvores coletadas no Mato Grosso e no Pará e é similar ao valor de -4,3% reportado em Nogueira et al. (2005) para floresta densa na Amazônia central.

Os valores de densidade de madeira obtidos de 119 espécies de árvores derrubadas no Mato Grosso e Pará foram aplicadas para o conjunto de inventários do RadamBrasil reportados nas folhas 'SC.21 Juruena' e 'SC.20 Porto Velho' (Brasil, Projeto RadamBrasil, 1976, 1978, 1980). As 128 espécies ou morfo-espécies derrubadas no Acre foram utilizadas para o conjunto de inventários reportados na folha 'SC.19 Rio Branco'. Quando a correspondência não foi possível ao nível de espécie, foi utilizada a densidade ao nível de gênero. A área geográfica destes três conjuntos de inventários é demonstrada na Figura 1. Cada publicação do Projeto RadamBrasil fornece o volume de madeira por táxon (gênero ou espécie) dentro de cada tipo de floresta em uma área de 4×6 graus. O volume de cada espécie ou gênero correspondido foi usado para estimar a densidade de madeira média de todo o volume de madeira nas unidades de vegetação que foram definidas pela intersecção do tipo de floresta e estado. Estas 'unidades de vegetação' são similares às 'ecoregiões' definidas por Fearnside and Ferraz (1995) usando um mapa de vegetação menos detalhado, e são úteis para estudos em associação com o programa brasileiro de monitoramento do desmatamento, o qual estima a emissão de carbono por estado. Cerca de 36% do volume de madeira reportado pelo RadamBrasil pode ser correspondido a um gênero ou espécies coletados neste estudo para as folhas dos mapas do RadamBrasil nas quais as parcelas estão localizadas. Se somente as unidades de vegetação de nossas parcelas de amostragem são consideradas (*i.e.*, florestas úmidas submontana densa e aberta no Mato Grosso), a porcentagem de volume correspondido a gênero e espécie aumenta para 42% (Tabela 2). A densidade de madeira média em cada unidade de vegetação foi baseada sobre os volumes locais daqueles táxons correspondidos. Esta mesma média foi aplicada para os táxons não-correspondidos. A densidade de madeira média para toda a porção SSWA do 'arco do desmatamento' foi então calculada fazendo uma média dos valores a partir de todas as unidades de vegetação, ponderando pela área geográfica relativa de cada unidade de vegetação.

2.4. Ajuste para densidade de madeira, estimativas de biomassa e emissão de carbono para toda a Amazônia brasileira

Uma nova média de densidade de madeira foi calculada considerando os volumes de madeira para toda a Amazônia a partir de todo o conjunto de inventários do RadamBrasil. Para os três inventários na área SSWA, o procedimento foi como descrito anteriormente. O

mesmo procedimento foi usado no restante da Amazônia brasileira, mas baseado em outros valores de densidade que foram reportados anteriormente por Fearnside (1997). Estes outros valores de densidade, utilizados para as áreas externas à região SSWA, foram reduzidos em 5,3% porque, na maioria desses outros dados, as amostras foram feitas a partir ou próximo do cerne (como nas amostras do Brasil, IBDF, 1981; 1983; 1988). Nenhuma correção para a variação ao longo do fuste foi aplicada porque a maioria das amostras (*i.e.*, banco de dados do IBDF) foi obtida randomicamente ao longo do fuste com probabilidade de amostragem em cada ponto do fuste ajustada para o efeito de afilamento sobre o volume de madeira.

Outras correções não foram aplicadas, como aquelas em que o volume da madeira verde foi estimado após saturação em água. Isto pode resultar em densidade superestimada quando as amostras são re-hidratadas após secagem ou em subestimativa quando é hidratada até a saturação sem secagem prévia. Os dados de densidade de Fearnside (1997) foram originalmente obtidos a partir de Amorim (1991), Brasil, IBDF (1981, 1983, 1988), Brasil, INPA (1991), Brasil, INPA/CPFF (não-publicado [1981]), Chudnoff (1980), Nascimento (1993) e Reid, Collins and Associates (1977). Outros dados mais recentes disponíveis para a Amazonia não foram usados porque a densidade média atualmente usada nas estimativas de biomassa e emissão de carbono foi baseada nos dados de Fearnside (1997).

As densidades de madeira novas e antigas ajustadas foram obtidas para todos os volumes de madeira em cada um dos tipos de floresta mapeados por cada inventário do RadamBrasil, ao longo de toda a Amazônia brasileira. Quando ponderada pela área e pela taxa de desmatamento de cada unidade de vegetação, foram produzidas estimativas corrigidas de biomassa viva acima do solo e proporcional correções nas estimativas de emissão de carbono na região.

3. Resultados

3.1. Densidade básica média do fuste, variação radial e vertical, e relação da densidade do fuste com DAP e altura total

A densidade básica média do fuste não difere significativamente entre os locais de coleta no sul da Amazônia (Figura 2A; Tabela 1). A densidade média do fuste na área de coleta em Juruena foi $0,591 \pm 0,118$ (média ± 1 d.p.; $n = 44$). Em Cotriguaçu foi $0,584 \pm 0,106$ ($n = 116$) e no local de coleta em Novo Progresso foi $0,610 \pm 0,121$ ($n = 65$) (Tabela 1). Considerando todos os dados do sul da Amazônia, a densidade básica média do fuste foi $0,593 \pm 0,113$ para os 225 fustes amostrados. Estes representam 119 espécies ou morfo-

espécies e 19 táxons identificados somente ao nível de gênero. Estas espécies e gêneros pertencem a 41 diferentes famílias de angiospermas.

Nas áreas de coleta no sudoeste da Amazônia (estado do Acre) as densidades de madeira diferiram significativamente (Figura 2B; Tukey teste, $p = 0,000$). Na floresta aberta dominada por bambu a densidade básica média na altura do peito foi $0,540 \pm 0,149$ ($n = 87$; 95% IC $0,508 - 0,572$). Na floresta densa a densidade básica média foi $0,610 \pm 0,149$ ($n = 91$; $0,588 - 0,650$). Somente a densidade básica média na floresta aberta dominada por bambu no Acre diferiu dos locais de coleta no sul da Amazônia (Tukey teste, $p = 0,000$).

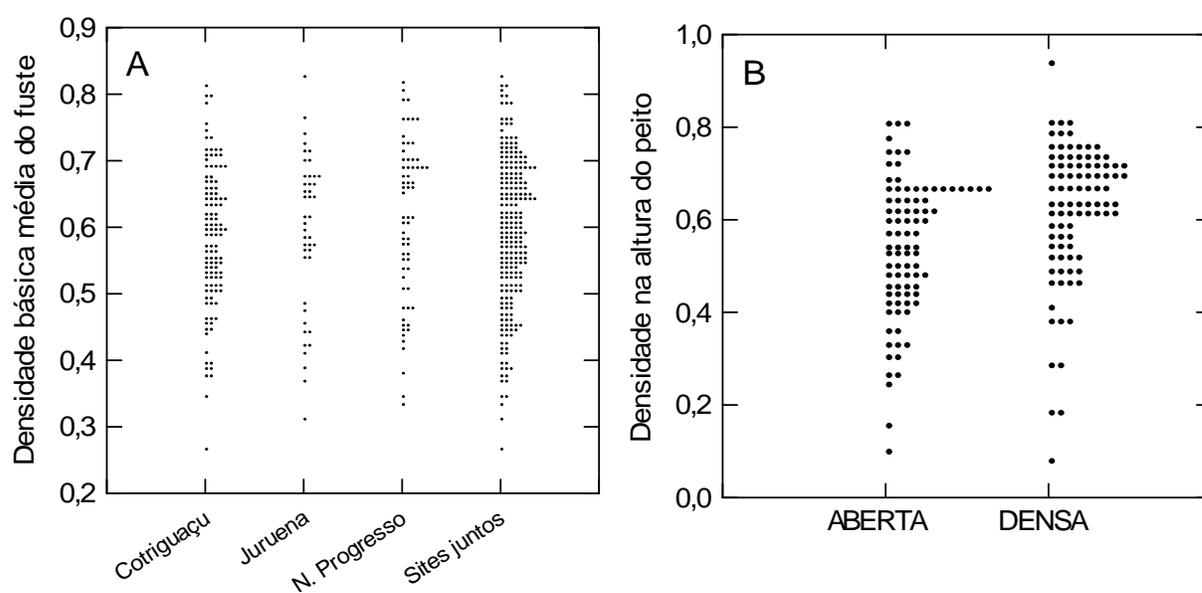


Figura 2. Densidade básica média (g cm^{-3}) do fuste nos locais de coleta situados no sul da Amazônia, floresta aberta (A) e densidade básica na altura do peito no sudoeste da Amazônia, estado do Acre (B): floresta aberta dominada por bambu e floresta densa livre de bambu. (A) As médias foram obtidas pela média aritmética entre a densidade na base (altura do peito ou final do toco para áreas em Juruena) e no final do fuste.

Em todos os locais de coleta no sul da Amazônia a densidade básica na base do fuste foi maior que no final do fuste em 8 a 10% (Figura 3). A densidade básica na base do fuste em Juruena foi $0,621 \pm 0,121$ ($n = 47$), 9,9% maior que no final do fuste – $0,565 \pm 0,124$ ($n=46$) – e 5,1% maior que a média para todo o fuste. Nos locais de coleta em Cotriguaçu a densidade básica na altura do peito ($0,608 \pm 0,122$; $n = 126$) foi 9,2% maior que na altura final do fuste, $0,557 \pm 0,100$ ($n = 125$), e 4,1% maior que a média para o fuste. Nas áreas em Novo Progresso a diferença entre a densidade de madeira na altura do peito e na altura final do fuste

foi 8,7%; sendo o valor $0,636 \pm 0,131$ ($n = 65$) na altura do peito e $0,585 \pm 0,116$ ($n = 65$) na altura final do fuste. A diferença entre a densidade na altura do peito e a média para o fuste foi similar à diferença encontrada para outros locais de coleta: 4,3%. Considerando a média aritmética de todas as árvores independente do número de árvores em cada local, a densidade média do fuste foi 4,2% menor que a média na altura do peito. Mais detalhes referentes à variação da densidade com a altura do fuste são dados na Tabela 1 e na Figura 3.

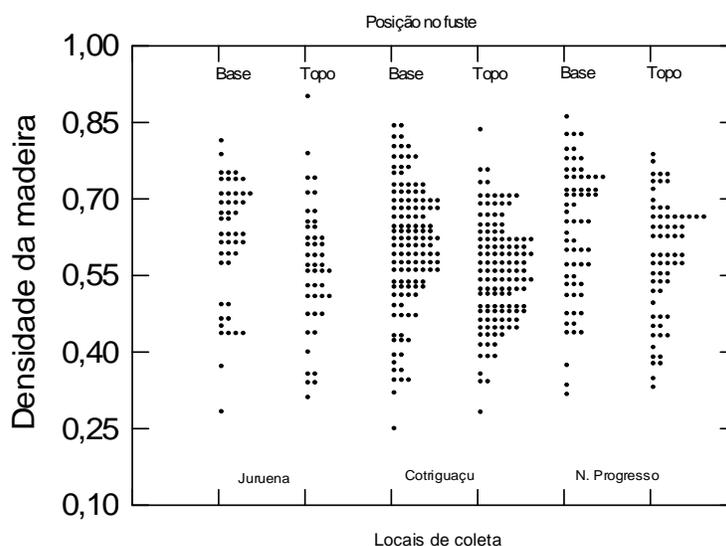


Figura 3. Diminuição na densidade básica da madeira (g cm^{-3}) a partir da base para o final do fuste. Para Juruena ‘base’ refere-se a amostras obtidas no final do toco. Nos outros locais de coleta – Cotriguaçu e Novo Progresso – ‘base’ refere-se a amostras obtidas na altura do peito (1,3 m).

Tabela 1. Detalhes de várias médias obtidas para todo o disco e para o cerne em duas posições ao longo do fuste.

Densidade básica (todo disco e cerne)	Juruena			Cotriguaçu			Novo Progresso			Todos os locais de coleta		
	Média (\pm d.p.)	n	95%	Média (\pm d.p.)	n	95%	Média (\pm d.p.)	n	95%	Média (\pm d.p.)	n	95%
Densidade média aritmética do fuste (discos com casca)	0,591 (0,118)	44	0,55-0,63	0,584 (0,106)	116	0,56-0,60	0,610 (0,121)	65	0,58-0,64	0,593 (0,113)	225	0,58-0,61
Densidade na base do fuste (disco com casca) ^a	0,621 (0,121)	47	0,59-0,66	0,608 (0,122)	126	0,59-0,63	0,636 (0,131)	65	0,60-0,67	0,618 (0,124)	238	0,60-0,63
Densidade no final do fuste (disco com casca)	0,565 (0,124)	46	0,53-0,60	0,557 (0,100)	125	0,54-0,57	0,585 (0,116)	65	0,56-0,61	0,566 (0,109)	236	0,55-0,58
Densidade do cerne: média aritmética do fuste	0,650 (0,131)	20	0,59-0,71	0,602 (0,119)	16	0,54-0,66	0,689 (0,084)	2	-	0,632 (0,125)	38	0,59-0,67
Densidade do cerne na base do fuste ^a	0,668 (0,145)	20	0,60-0,73	0,626 (0,143)	18	0,55-0,70	0,701 (0,116)	2	-	0,650 (0,141)	40	0,60-0,70
Densidade do cerne no final do fuste	0,633 (0,139)	20	0,57-0,70	0,578 (0,094)	19	0,53-0,62	0,677 (0,052)	2	-	0,610 (0,119)	41	0,57-0,65

Todos os valores demonstrados são densidade básica.

^a Nos locais de coleta em Juruena este valor se refere à densidade no final do toco devido a solicitação da companhia madeireira. Nos demais locais de coleta a densidade é sempre na altura do peito.

A densidade básica do cerne foi maior que a densidade básica no disco todo com casca (Figura 4; Tabela 1). A densidade do cerne foi $0,650 \pm 0,141$ ($n = 40$) na base do fuste e $0,610 \pm 0,119$ ($n = 41$) no final do fuste. A densidade básica média do cerne do fuste foi $0,632 \pm 0,125$ ($n = 38$). Considerando as mesmas árvores ($n = 30$), a densidade média do cerne do fuste foi 3,3% maior que a densidade básica média do fuste inteiro; os valores para a média diferem estatisticamente (Teste t pareado; $p = 0,036$).

Considerando todas as árvores dos locais de coleta no sul da Amazônia, não houve correlação entre a densidade média da madeira de todo o fuste e o DAP (Figura 5A) ou a altura total (Figura 5B). Nos dois locais de coleta no estado do Acre, não houve relacionamento entre a densidade básica da árvore na altura do peito e seu diâmetro ou altura.

Para as árvores no sul da Amazônia, a densidade básica de madeira (média do fuste) foi separada em três classes ($\leq 0,50 \text{ g cm}^{-3}$, $0,50 - 0,70 \text{ g cm}^{-3}$ e $\geq 0,70 \text{ g cm}^{-3}$). As espécies foram predominantemente leves (21%) e médias (62%), somente 17% pesadas. Considerando todas as espécies e morfo-espécies, 28% foram leves, 59% médias e 13% pesadas. Se a classificação das madeiras em pesada, média ou leve é baseada nos limites de intervalo de $\leq 0,50$, $0,50 - 0,72$ e $\geq 0,72$, de acordo com os procedimentos adotados pelo IBAMA (veja Brasil, Souza et al., 2002; Melo et al., 1990; Nogueira et al., 2005); a distribuição para todas as espécies e morfo-espécies mudam para 63% (média) e 9% (pesada).

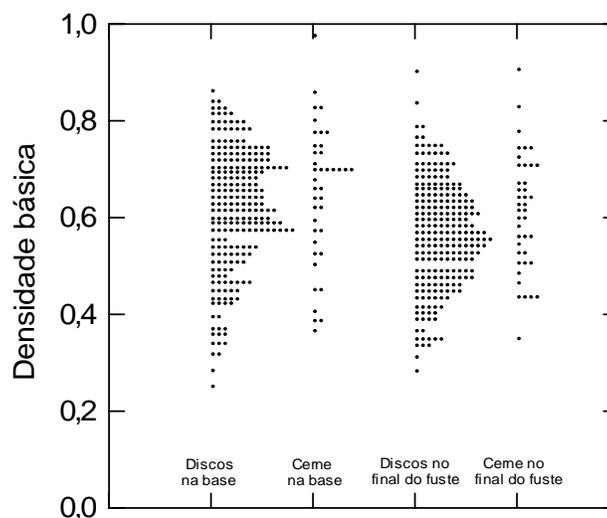


Figura 4. Variação radial entre a densidade básica (g cm^{-3}) de todo o disco com casca e a densidade básica do cerne.

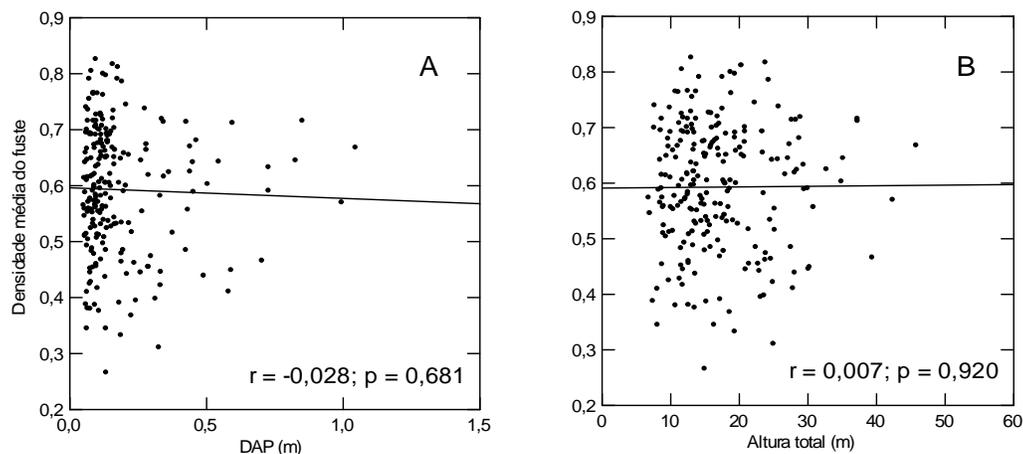


Figura 5. Relação entre a densidade média da madeira com o DAP (A) e a altura total (B).

3.2. Densidade básica da madeira por tipo de floresta na porção SSWA do arco do desmatamento

O uso dos dados de densidade da madeira descritos em Fearnside (1997) para estimar a densidade de madeira média para toda a região Amazônica resulta em superestimativa da densidade média para os tipos de floresta que ocorrem no ‘arco do desmatamento’ (Figura 6 A – C).

Usando os novos dados amostrados nos estados do Mato Grosso e Pará como descrito acima, as médias de densidade de madeira para todos os tipos de floresta (ponderado pelo volume das espécies baseados nos dois inventários do RadamBrasil: Folhas SC.21 Juruena e SC.20 Porto Velho) foram menores que as médias encontradas por Fearnside (1997, Tabelas 6 e 7) com diferenças variando de 8 a 22% (Tabela 2, Figura 6A – C). A diferença média para todos os tipos de floresta nestas duas áreas inventariadas pelo RadamBrasil foi de 12,5% (Tabela 2). Incluindo novos dados de densidade do Acre com 4,2% de correção para altura ao longo fuste, aplicado para o inventário do RadamBrasil ‘SC.19 Rio Branco’, a redução total da densidade de madeira a partir de estimativas anteriores de Fearnside (1997) para as três áreas de inventários do RadamBrasil que compreendem o sul e o sudoeste da Amazônia foi 13,6%. Esta porcentagem é a superestimativa na densidade de madeira para uma larga porção do ‘arco do desmatamento’ sem ponderar pela área de cada tipo de floresta.

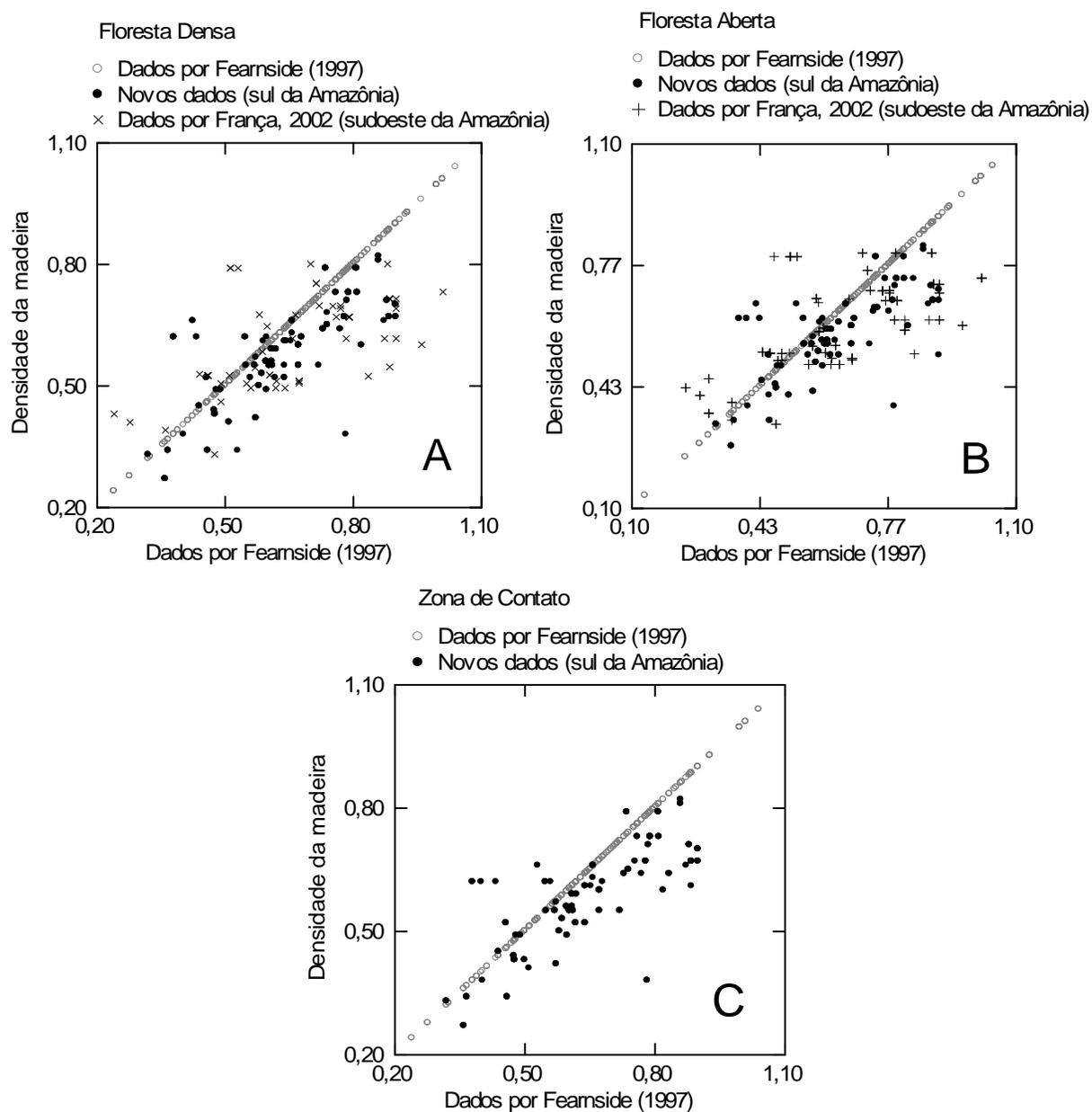


Figura 6. Comparação por tipo de floresta entre os dados usados por Fearnside (1997), os novos dados obtidos no sul do Pará e norte de Mato Grosso e dados obtidos por França (2002) no Acre. Os valores para densidade de madeira na figura representam a média em nível de espécie ou em nível de gênero. (A e B) Florestas úmidas densa e aberta, aluvial, submontana, ou de terras baixas. (C) Áreas de tensão ecológica e contato entre savana/floresta úmida, savana/floresta sazonal e floresta úmida/floresta sazonal.

3.3. Ajuste para densidade e biomassa para toda a Amazônia brasileira

Aplicando a correção para baixo de 13,6% para densidade de madeira no SSWA, e ajuste para baixo de 5,3% nos valores de densidades usados por Fearnside (1997) para o resto da Amazônia brasileira, a nova média para a Amazônia brasileira como um todo é 0,642, um valor 7% menor que o valor de 0,69 encontrado por Fearnside (1997; Tabela 7). Na Tabela 3 novas médias para densidade de madeira são demonstradas por estado e tipo de floresta, incluindo todas as correções. Quando ponderado pelo volume da vegetação viva acima do solo, desmatada em 1990 em cada tipo de floresta (como descrito na Tabela 7 em Fearnside, 1997), a densidade média é reduzida para 0,631, ou uma redução adicional de 1,7%.

Tabela 2. Densidade média da madeira para cada unidade de vegetação no SSWA baseada em inventários de volume de madeira fornecidos em três publicações do Projeto RadamBrasil, e nas tabelas de densidade por táxon deste estudo e de Fearnside (1997).

Estado	Tipo de Vegetação	Fearnside (1997)	% Madeira indentificada: gênero/espécies em Fearnside (1997)	Novos dados	% Madeira indentificada: gênero/espécies a partir dos Novos dados	Teste ^a	% Madeira indentificada: gênero/espécies em Teste	% Fearnside (1997)/Novos dados
Rondônia	Floresta úmida densa aluvial	0,653	80,2 / 58,3	0,554	33,5 / 11,9	0,629	30,2 / 14,2	17,87
Amazonas/Rondônia	Floresta úmida densa submontana	0,732	80,1 / 51,8	0,599	32,6 / 7,1	0,672	30,3 / 14,1	22,20
Rondônia/Amazonas	Floresta úmida densa submontana	0,678	72,3 / 45,4	0,604	42,4 / 14,2	0,694	37,2 / 14,2	12,25
Rondônia/Mato Grosso	Floresta úmida densa submontana	0,666	79,5 / 53,7	0,596	25,8 / 6,9	0,654	23,9 / 6,9	11,74
Rondônia/Amazonas	Floresta úmida aberta de terras baixas	0,691	81,0 / 50,9	0,607	31,2 / 8,1	0,663	30,3 / 7,9	13,84
Rondônia	Floresta úmida aberta aluvial	0,637	84,5 / 60,8	0,556	35,6 / 8,7	0,609	32,1 / 8,1	14,57
Rondônia/Mato Grosso/Amazonas	Floresta úmida aberta submontana	0,66	76,6 / 51,6	0,594	36,0 / 13,7	0,666	32,9 / 12,9	11,11
Mato Grosso/Rondônia/Amazonas	Floresta úmida aberta submontana	0,705	79,1 / 49,2	0,604	32,9 / 8,7	0,685	30,9 / 8,5	16,72
Rondônia/Amazonas	Savana/Floresta úmida; Savana/Floresta úmida densa	0,667	80,4 / 48,7	0,584	35,0 / 12,7	0,646	32,4 / 12,3	14,21
Mato Grosso	Floresta úmida densa aluvial	0,659	86,9 / 63,4	0,609	36,4 / 15,4	0,673	30,7 / 13,6	8,21
Mato Grosso	Floresta úmida densa submontana	0,666	85,1 / 63,2	0,582	42,0 / 20,7	0,660	37,4 / 18,6	14,43
Mato Grosso	Floresta úmida aberta submontana	0,645	83,4 / 57,0	0,588	42,1 / 16,70	0,635	38,6 / 26,6	9,69
Mato Grosso	Savana/Floresta sazonal	0,634	87,5 / 57,3	0,582	39,1 / 12,7	0,651	37,1 / 23,1	8,93
Mato Grosso	Floresta úmida/Floresta sazonal	0,651	81,6 / 52,3	0,585	40,4 / 17,8	0,667	36,0 / 21,0	11,28
Acre/Amazonas	Floresta úmida densa de terras baixas	0,65	80,2 / 51,5	0,572 ^b	30,5 / 5,8	0,647	28,0 / 15,3	8,88
Acre/Amazonas	Floresta úmida aberta de terras baixas	0,657	75,0 / 50,8	0,550 ^b	39,3 / 7,1	0,690	34,2 / 22,8	14,46
Amazonas/Rondônia	Floresta úmida aberta submontana	0,664	94,7 / 50,1	0,589 ^b	38,7 / 3,1	0,697	37,6 / 13,7	7,97
Acre/Amazonas	Floresta úmida aberta aluvial	0,602	70,1 / 46,2	0,534 ^b	37,7 / 7,0	0,632	28,3 / 16,8	8,08
Média		0,662		0,583		0,659		12,58

Aqui os dados de Fearnside não foram corrigidos para variação radial. O percentual de volume total de madeira identificada ao nível de gênero e espécie é fornecido para os dois estudos. Os inventários de volume florestal do RadamBrasil incluem somente árvores acima de 31,8 cm DAP. Veja o texto para explicação da coluna 'Teste'.

^a Coluna 'Teste' fornece a densidade média da madeira para cada unidade de vegetação usando uma tabela de densidade por táxon de Fearnside (1997), mas somente considerando aqueles táxons encontrados nos novos dados deste estudo (Anexo A). O teste demonstra que a redução na densidade é pouco afetada pela fração de identificações feitas ao nível de espécies.

^b Baseados nos dados do leste do Acre listados no Anexo B. A densidade da madeira foi mensurada somente na altura do peito, então reduzida por 4,2% devido a diminuição longitudinal na densidade com a altura do fuste. Sem esta correção, os valores foram: 0,597; 0,574; 0,615 e 0,557. Todos os outros valores na mesma coluna foram calculados a partir dos novos dados obtidos no sul da Amazônia (Anexo A).

Tabela 3. Nova média de densidade de madeira para a Amazonia Brasileira (atualizada a partir de Fearnside, 1997): médias ponderadas pelo volume por zona de vegetação, tipo de vegetação e estado (g cm⁻³).

Tipo de vegetação florestal: grupo, subgrupo e classe (código)		Acre	Amapá	Amazonas	Maranhão	Mato Grosso	Pará	Rondônia	Roraima	Tocantins/ Goiás	Média ponderada por área
Floresta úmida	Densa aluvial (Da-0)		<i>0,634</i>	0,635		0,609	<i>0,634</i>	0,554	0,635	<i>0,634</i>	0,634
	Densa de terras baixas (Db-0)	0,572	<i>0,634</i>	0,662	<i>0,634</i>		0,701	<i>0,668</i>	0,636		0,668
	Densa montana (Dm-0)		<i>0,646</i>	<i>0,646</i>			<i>0,646</i>		0,646		0,646
	Densa submontana (Ds-0)	<i>0,687</i>	<i>0,687</i>	0,696	<i>0,687</i>	0,582	0,695	0,599	0,670	<i>0,687</i>	0,687
	Média das florestas densas										0,672
Floresta úmida	Aberta aluvial (Aa-0)	0,534		0,534			0,534	0,534			0,534
	Aberta de terras baixas (Ab-0)	0,550		0,620				0,595			0,595
	Aberta submontana (As-0)			0,589		0,588	<i>0,589</i>	0,589	0,589	<i>0,589</i>	0,589
Floresta sazonal	Decídua submontana (Cs-0)				<i>0,602</i>	<i>0,602</i>	<i>0,602</i>			<i>0,602</i>	<i>0,602</i>
	Semidecídua aluvial (Fa-0)					<i>0,602</i>					<i>0,602</i>
	Semidecídua submontana (Fs-0)					<i>0,602</i>	<i>0,602</i>	<i>0,602</i>	<i>0,602</i>	<i>0,602</i>	<i>0,602</i>
Campinarana	Aberta arbórea (La-0)			0,711					0,711		0,711
	Densa arbórea (Ld-0)			0,602					0,602		0,602
	Gramínea – lenhosa (Lg-0)			0,602					0,602		0,602
Áreas de tensão ecológica e contato (ecótonos)	Campinarana – floresta úmida (LO-0)			0,642					0,642		0,642
	Floresta úmida – floresta sazonal (ON-0)					0,585	<i>0,587</i>	<i>0,587</i>	0,679		0,587
Áreas de formações pioneiras (sucessão inicial)	Influência flúvio – marinha (Pf-0)		<i>0,602</i>		<i>0,602</i>		<i>0,602</i>				0,602
Áreas de tensão ecológica e contato (ecótonos)	Savana – floresta úmida densa (SM-0)					<i>0,602</i>					0,602
	Savana – floresta sazonal (SN-0)			0,583	<i>0,583</i>	0,582	<i>0,583</i>	<i>0,583</i>	0,714	<i>0,583</i>	0,583
	Savana – floresta úmida (SO-0)		<i>0,672</i>	0,655		<i>0,672</i>	<i>0,679</i>	<i>0,672</i>	<i>0,672</i>	<i>0,672</i>	0,672
	Média das florestas não-densas										0,602
	Média de todas as florestas										0,642

Valores em itálico são para ecoregiões sem dados espécie-específicos; a média ponderada por área para o mesmo tipo de vegetação em outros estados foi usada. Para os sete tipos de florestas não-densas com ausência de dados para qualquer estado, a média ponderada por área para todas as florestas não-densas foi usada. Para informações detalhadas a cerca destes tipos de floresta, veja Fearnside (1997).

4. Discussão

4.1. Condições ambientais e variação na densidade de madeira

Estudos têm de modo geral assumido que a variação na densidade da madeira é puramente dirigida pela variação na composição de espécies. Embora haja importantes influências ambientais, a média da densidade da madeira é conservada filogeneticamente (Chave et al., 2006). A amplitude da densidade de madeira exibida por determinadas espécies provavelmente tem componentes geneticamente determinados associados com alometria de crescimento intrínsecas e outras feições da arquitetura das espécies (Meinzer, 2003; Sterck et al., 2006; van Gelder et al., 2006; Wright et al., 2003).

A variação na densidade média da madeira por floresta tem sido analisada pela composição de espécies de árvores (ter Steege et al., 2006; Terborgh and Andersen, 1998). Assim, no sul da Amazônia uma causa da menor densidade de madeira nas florestas seria o aumento da abundância de espécies com baixa densidade (ter Steege et al., 2006), sendo maior a frequência de famílias com madeira leve. Em regiões semelhantes no sudoeste da Amazônia brasileira, aberturas abundantes nas florestas abertas são criadas por lianas ou bambu semi-escandentes favorecendo espécies de árvores com baixa densidade de madeira (Nelson et al., 2006; Putz et al., 1983). No Acre, a densidade média da madeira em uma floresta aberta dominada por bambu foi 0,51, versus 0,60 em uma floresta vizinha sem bambu (França, 2002). O bambu também reduziu o número de árvores grandes por hectare. Com menor densidade da madeira e menos árvores grandes, a floresta dominada por bambu teve metade da biomassa da floresta densa (França, 2002; Nelson et al., 2006).

É conhecido que a variação em certos fatores ambientais podem dirigir estes padrões na composição e na densidade da madeira. A densidade da madeira tem sido demonstrada variar com diferentes condições ambientais. Alguns fatores como a fertilidade do solo (Baker et al., 2004; Muller-Landau, 2004), e condições de luz (van Gelder et al., 2006) são reconhecidas por afetar a densidade da madeira ao nível de área. A intensidade de radiação solar é maior, mas mais sazonal nas margens sul da Amazônia, onde o clima muda em direção às condições não-tropicais e há longas estações secas (Malhi et al., 2004). Devido o longo período seco no sul da Amazônia, o grau de sazonalidade e a magnitude do estresse resultante podem afetar a densidade. Isto ocorre porque a densidade da madeira determina a variação em um conjunto de características relacionadas à eficiência e integridade do transporte de água no xilema, a regulação do balanço de água na folha, e evita a perda de turgor (Meinzer, 2003; Hacke et al., 2001;). O ganho em resistência na cavitação com o aumento na densidade de madeira parece estar associado com um custo em termos de reduzir a condutividade hidráulica. Assim, para plantas que crescem em condições ambientais áridas é razoável

sugerir que o aumento na resistência à cavitação é uma característica vantajosa, mas, apesar da potencial influência ambiental, uma ampla variação de densidades de madeira co-existem tanto em condições áridas como em úmidas. As evidências acumuladas sugerem que dentro dos trópicos, sazonalidade e pluviosidade (Borajas-Morales, 1987; Wiemann and Williamson, 2002) não explica a variação regional em larga-escala da densidade de madeira (Baker et al., 2004; Muller-Landau, 2004), embora esta característica restrinja opções fisiológicas relacionadas à economia de água na planta, conduzindo para uma ampla convergência funcional (Meinzer, 2003).

Portanto, idealmente é mais importante amostrar dados de densidade de madeira nas áreas de estudo, que simplesmente usar valores publicados de médias de espécie. A densidade média da madeira a nível de espécie obtida a partir de dois conjuntos de dados com métodos de amostragem idênticos (floresta densa na Amazônia central, Nogueira et al., 2005 e floresta aberta no sul da Amazônia, novos dados reportados neste estudo) permitiu uma comparação da densidade de madeira média do fuste entre locais para duas espécies. Para *Brosimum lactescens* (S. Moore) C.C. Berg (Moraceae) na Amazônia central a densidade da madeira média do fuste foi 0,708 (n = 2) versus 0,620 (n = 8) no sul da Amazônia. A densidade da madeira de *Pouteria anomala* (Pires) T.D. Penn. (Sapotaceae) foi 0,725 (n = 4) na Amazônia central e 0,680 (n = 4) no sul da Amazônia. Apesar do conservatismo filogenético na densidade da madeira, este exemplo sugere um importante efeito de condições ambientais, tais como solos. Eles também sugerem que estudos comparativos empregando uma metodologia uniforme entre várias espécies em diferentes solos e tipos de florestas podem melhorar o entendimento de efeitos separados dos fatores ambientais a uma pequena escala.

Análises das respostas do meio ambiente na densidade da madeira e nos padrões de composição de espécies podem ajudar a definir o papel destes dois efeitos nos gradientes de densidade da madeira na Amazônia (Malhi et al., 2006; Baker et al., 2004). Os resultados deste estudo fornecem densidades de madeira específicas para o sul da Amazônia, onde o período seco é longo (seis meses com precipitação abaixo de 100 mm: Brazil, ANA/SIH, 2006). É precisamente para estas porções da Amazônia que houve uma maior lacuna nos bancos de dados utilizados por estudos anteriores que não têm encontrado relação entre a densidade da madeira com variáveis climáticas (Malhi et al., 2004, 2006).

4.2. Densidade média da madeira: variação radial e variação ao longo do comprimento do fuste

As mudanças na densidade ao longo do fuste e na direção radial para floresta aberta no sul da Amazônia são similares às aquelas encontradas em floresta densa na Amazônia central

(Nogueira et al., 2005). A variação radial média (diferença entre as densidades do cerne e do disco completo) é 3,3% no sul e 5,3% na Amazônia central. A variação ao longo do comprimento do fuste (diferença entre a densidade do disco completo na altura do peito e de todo o fuste) foi 4,2% para o sul da Amazônia, e 4,3% na Amazônia central. Devido estas variações, o uso de dados de densidade de madeira previamente publicados obtidos por diferentes metodologias pode parcialmente explicar diferenças entre médias reportadas por vários outros autores, incluindo a acurácia de recentes estimativas. Os maiores bancos de dados de densidade de madeira disponíveis para a Amazônia não foram designados para estimativa de biomassa de árvores. São escassos os dados de densidade da madeira obtidos a partir de amostras adequadamente posicionadas no fuste ou com o peso seco e o volume determinados por métodos apropriados (veja Nogueira et al., 2005, pp. 268-269 e Fearnside, 1997).

A normalização dos dados de densidade da madeira pode ser obtida através de modelos lineares como sugerido por Reyes et al. (1992). A normalização pode também ser feita usando equações para conteúdo de umidade como proposto por Brotero (1956) e Oliveira (1981), como usado nas listas do IBAMA, ou com equações de Sallenave (1971) usadas por Chave et al. (2006).

Correções para a posição de amostragem no fuste podem ser feitas usando modelos lineares desenvolvidos por Nogueira et al. (2005) ou utilizando simples correções de percentagem. No entanto, estes modelos não foram testados para floresta aberta no sul da Amazônia. Estes modelos lineares têm a conveniência de somente requererem transformações para a variável independente, neste caso a densidade da madeira. Entretanto, não é possível utilizar esses modelos para todas as correções. Por exemplo, o modelo não foi testado por comparação direta entre amostras retiradas do interior da árvore ('*cores*') feitas por perfuração (*increment borers*) com discos inteiros incluindo casca, embora um grande número de estudos recentes tenha usado amostras obtidas a partir de *increment borers* (DeWalt and Chave, 2004; King et al., 2006; Muller-Landau, 2004; Woodcock, 2000; Woodcock and Shier, 2003). É difícil padronizar adequadamente para estimativas de todo o fuste (*i.e.*, com correções para variação radial e variação ao longo do fuste) o amplo conjunto de dados de densidade de madeira para a Amazônia brasileira (Brazil, IBDF, 1981, 1983, 1988). É importante atentar para os métodos usados nas medições do peso e do volume, tais como o tempo e a temperatura de secagem e o uso apropriado do método de deslocamento de água (Trugilho et al., 1990). Enquanto os erros para estes fatores podem ser ignorados para um propósito que não requer um alto nível de acuracidade em estimativas de densidade média, os erros são muito largos para estimativa de biomassa em florestas tropicais. Isto é porque uma diferença

de pequeno percentual na densidade de madeira média pode implicar em largos erros nos cálculos de balanço de carbono.

4.3. Densidade básica de madeira por tipo de floresta no 'arco do desmatamento', porções sul e sudoeste da Amazônia brasileira: ajustes para biomassa e estimativas de emissão de carbono

As estimativas de densidade da madeira para a região Amazônica têm sido aperfeiçoadas por estudos recentes (Baker et al., 2004; Chave et al., 2006; Nogueira et al., 2005). As estimativas recentes são significativamente diferentes dos valores reportados para regiões específicas, os quais foram usadas em cálculos anteriores de densidade de madeira para a Amazônia brasileira como um todo. O valor de $0,69 \text{ g cm}^{-3}$ tem sido usado em muitas estimativas de biomassa e emissão de carbono (Brown et al., 1989; Brown, 1997; Houghton et al., 2001) e é baseada em Brown et al. (1989) e Fearnside (1997). Em Fearnside (1997) os valores que foram usados em cada região foram ponderados pela área ocupada por cada tipo de floresta. As comparações destes valores utilizados no cálculo da média de $0,69$ com as recentes estimativas reforçam a sugestão de uma superestimativa na densidade da madeira média para a Amazônia brasileira (Nogueira et al., 2005). Por exemplo, a estimativa média para floresta densa ($0,66$) por Chave et al. (2006) é similar à média de $0,67$ encontrada por Nogueira et al. (2005), e ambas são menores que o valor de $0,70$ encontrado por Fearnside (1997) para o mesmo tipo de floresta. Para o sul e sudoeste da Amazônia, o presente estudo obteve a média de $0,58$, próximo a $0,60$ encontrado por Chave et al. (2006) para o sudoeste da Amazônia e também menor que os valores em Fearnside (1997). A densidade da madeira média para 2.456 espécies de árvores a partir da América central e sul por Chave et al. (2006) foi $0,645 \text{ g cm}^{-3}$. Este valor é similar ao valor de $0,642 \text{ g cm}^{-3}$ (Tabela 3) encontrado neste estudo para toda a Amazônia brasileira obtida por atualização dos valores em Fearnside (1997), usando o volume inventariado de cada táxon e a área de cada tipo de floresta. A densidade de madeira média reportada neste artigo foi obtida a partir de uma lista de densidade por táxon substancialmente menor que de Chave et al. (2006). No entanto, os dois novos conjuntos de dados apresentados neste estudo foram diretamente amostrados no sul e sudoeste da Amazônia e representam o fuste como um todo. Além disso, este estudo fez ajustes para variação radial de outros dados utilizados em Fearnside (1997).

Devido a necessidade de avaliar a consistência das médias obtidas usando o novo conjunto de dados para o SSWA e o conjunto de dados de França (2002) para o Acre, as médias foram comparadas somente para espécies que foram coincidentes entre o conjunto de

dados de Fearnside (1997) e o novo conjunto de dados descrito aqui para o sul e sudoeste da Amazônia. A coluna ‘teste’ na Tabela 2 demonstra que os resultados são similares, com diferentes reduções na percentagem de identificações ao nível de espécies. Com excessão para poucas espécies, o conjunto de dados usado por Fearnside (1997) para os abrangentes inventários do RadamBrasil tem uma tendência de superestimar a densidade da madeira (Figure 6 A – C).

Uma gama extensiva de estimativas tem sido feitas de emissão de carbono a partir de mudanças na cobertura da terra nos trópicos (Achard et al., 2002, 2004; DeFries et al., 2002; Fearnside, 2000a,b; Houghton, 2003a,b, 2005; McGuire et al., 2001). Os resultados do presente estudo implicam em ajuste para baixo de todas as estimativas em paralelo. Conseqüentemente haveria pouco efeito sobre as diferenças relativas entre as várias estimativas anteriores de biomassa e emissão de carbono para a Amazônia (o efeito não é zero porque somente os valores para biomassa de floresta primária são afetados, não aqueles para as florestas secundárias as quais ao crescerem contrabalanceia parte da emissão grossa). A redução na emissão líquida comprometida é grande porque é aplicada nos dois maiores tipos de floresta submetidos a desmatamento nos anos recentes (veja Brazil, INPE, 2006; Houghton et al., 2001). A redução de $(23,4-24,4) \times 10^6$ Mg de carbono equivalente de CO₂/ano em 1990 para cenários de gases-traço baixo e alto, respectivamente, é suficientemente grande para ser significativa no balanço global do carbono. Considerando somente a biomassa viva e morta (*i.e.*, ignorando os solos, o gado, e a periódica queima e outras fontes de emissão), esta redução representa 9,4–9,5% da emissão grossa, ou 10,7% da emissão líquida comprometida como calculada por Fearnside (2000a, com correções para fator de forma e árvores ocas como descrito em Fearnside and Laurance, 2004). Para estimativas (Fearnside, 2007) que incluem ajustes na densidade da madeira baseadas em dados da Amazônia central de Nogueira et al. (2005), o conjunto de dados do SSWA deste estudo reduz as emissões estimadas de 1990 por 4,1% para emissões grossas e 4,3% para emissão líquida comprometida. A emissão grossa corrigida para 1990 é $(247,7-257,5) \times 10^6$ Mg de carbono equivalente de CO₂/ano, enquanto a emissão líquida comprometida é $(218,1-227,8) \times 10^6$ Mg de carbono equivalente de CO₂/ano para emissão por biomassa somente, e $(230,0-239,7) \times 10^6$ Mg de carbono equivalente de CO₂/ano incluindo solos e outras fontes. O desmatamento em 1990 (o ano base padrão para inventários nacionais sob a Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudanças Climáticas) foi $13,8 \times 10^3$ km² (em florestas primárias somente, não estão contabilizadas corte de savanas ou re-corte de florestas secundárias).

Apesar deste novo conjunto de dados do SSWA e os recentes estudos com estimativas melhoradas, o argumento de Fearnside (1997) é ainda válido: há uma necessidade de expandir

o conjunto de dados sobre densidade de madeira de uma maneira mais bem distribuída ao longo da região Amazônica. É particularmente importante expandir o número de coletas em regiões submetidas a desmatamento.

5. Conclusões

Este estudo sugere que os valores médios de densidade da madeira para a região Amazônica como um todo que têm sido amplamente usados em estimativas de biomassa foram superestimados, provavelmente porque eles foram obtidos usando um conjunto de dados com incertezas na metodologia e que foram restritos quanto ao tipo de floresta. A ausência de um conjunto de dados de densidade de madeira diretamente amostrados nos tipos de florestas submetidas a desmatamento é uma importante causa de superestimativa de emissão de carbono para a Amazônia brasileira. Considerando o tipo de floresta e a composição de espécies para florestas no sul e sudoeste da Amazônia, um ajuste para baixo de 13,6% é necessário relativo à média utilizada em estimativas anteriores. Para a Amazônia brasileira como um todo, a densidade de madeira média estimada anteriormente por Fearnside (1997) deve ser diminuída por 7%, para 0,642. Para a densidade da madeira média ponderada pelo o volume desmatado em 1990 em cada tipo de floresta o valor é diminuído em 9% para 0,631. Os impactos sobre as estimativas de biomassa e sobre as emissões de carbono são substanciais porque o maior ajuste é necessário exatamente nos tipos de florestas submetidas a maior desmatamento. As estimativas de emissão líquida comprometida para a Amazônia brasileira em 1990 que já incluem valores de densidade de madeira ponderadas pelo volume de cada espécie presente nas localizações submetidas a desmatamento (*e.g.*, Fearnside, 2000a,b com ajuste descrito em Fearnside and Laurance, 2004) seria reduzido por 10,7%: $(23,4-24,4) \times 10^6$ Mg C equivalente de CO₂/ano para cenários de gases-traço alto e baixo, respectivamente. O impacto é suficiente para afetar o balanço global de carbono. Estes novos dados ajudam a reduzir incertezas em vários estudos anteriores de biomassa e no balanço de carbono para a Amazônia.

Agradecimentos

Nós agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (350230/97-8; 465819/00-1; 470765/2001-1; 306031/2004-3; 557152/2005-4; 420199/2005-5), ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA (PPI 1-3160; PRJ05.57), e à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM. Somos gratos a J.B. Ferraz por disponibilizar um veículo para trabalho de campo. Nós somos muito gratos à Fazenda São Nicolau (ONF-Brasil) pelo acesso as suas áreas de floresta e pelo suporte na acomodação e alimentação. Agradecemos também à Rohden Indústria Lígnea Ltda pelo acesso a sua área de floresta e pelo suporte de campo. Também agradecemos Vicente DaRiva e Imbrózio pelo acesso nas suas terras. Somos gratos ainda às famílias Knidel e Cecílio pela acomodação em Juruena; e a Alzelindo Chave Vieira, Leandro José, Joel Rodrigues do Carmo e José Carlos de Lima pelo trabalho no campo. Agradecemos a dois revisores anônimos que nos ajudaram com comentários.

Referências

- Achard, F., Eva, H.D., Mayaux, P., Stibig, H-J., Belward, A., 2004. Improved estimates of net carbon emissions from land cover change in the tropics for the 1990s. *Global Biogeochemical Cycles* 18, GB2008, DOI: 10.1029/2003GB002142.
- Achard, F., Eva, H.D., Stibig H-J., Mayaux, P., Gallego, J., Richards, T., Malingreau, J.-P., 2002. Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Science* 297, 999-1002.
- Amorim, L.C., 1991. Variação da densidade básica no sentido radial em madeiras tropicais da Amazônia. Relatório Final. PIBIC/CNPq. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas, Brasil, 124 pp.
- ASTM, 2002. Standard Test Methods for Specific Gravity of Wood and Wood-Based Materials. Designation: D 2395-02. ASTM International, West Conshohocken, PA, USA, 8 pp.
- Baker, T.R., Phillips, O.L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., Di Fiore, A., Killeen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Lloyd, J., Monteagudo, A., Neill, D.A., Patiño, S., Pitman, N.C.A., Silva, N., Martínez, R.V., 2004. Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. *Global Change Biology* 10, 545-562.
- Borajas-Morales, J., 1987. Wood density gravity in species from two tropical forests in Mexico. *IAWA Journal* 8, 143-148.
- Brasil, ANA/SIH, 2006. Hidroweb, Sistemas de Informações Hidrológicas. Agência Nacional de Águas (ANA), Brasília, DF, Brasil. <http://www.hidroweb.ana.gov.br/hidroweb/> (acessado em 24/02/2006).
- Brasil, IBDF, 1981. Madeiras da Amazônia: características e utilização; Brasil, Floresta Nacional do Tapajós/Amazonian Timbers: characteristics and utilization; Tapajós National Forest, vol. 1. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), Brasília, DF, Brasil, 113 pp.
- Brasil, IBDF, 1983. Potencial Madeireiro do Grande Carajás. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), Brasília, DF, Brasil, 134 pp.
- Brasil, IBDF, 1988. Madeiras da Amazônia: características e utilização; Estação experimental de Curuá-Una/Amazonian Timbers. Characteristics and utilization; Curuá-Una Experimental Forest Station, vol. 2. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), Brasília, DF, Brasil, 236 pp.

- Brasil, IBGE, 1997. Diagnóstico Ambiental da Amazônia Legal. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro, Brasil (CD-ROM using Vista-Map GIS, produced by IBGE/DGC/DERNA-DEGEO-DECAR).
- Brasil, INMET, 2006. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Brasília, DF, Brasil. <http://www.inmet.gov.br> (acessado em 25/02/2006).
- Brasil, INPA, 1991. Catálogo de Madeiras da Amazônia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Coordenação de Pesquisas em Produtos Florestais (CPPF), Manaus, Amazonas, Brasil, 163 pp.
- Brasil, INPE, 2002. Monitoring of the Brazilian Amazonian Forest by Satellite 2000-2001. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo, Brasil. http://www.inpe.br/informacoes_Eventos/amazonia.htm (acessado em 09/08/2006).
- Brasil, INPE, 2006. Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por satélite, Projeto PRODES. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo, Brasil. <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital>
- Brasil, Projeto RadamBrasil, 1976. Folha SC 19, Rio Branco. Levantamento de Recursos Naturais, vol. 12. Departamento Nacional de Produção Mineral. Rio de Janeiro, Brasil, 464 pp.
- Brasil, Projeto RadamBrasil, 1978. Folha SC.20, Porto Velho. Levantamento de Recursos Naturais, vol. 16. Departamento Nacional de Produção Mineral. Rio de Janeiro, Brasil, 668 pp.
- Brasil, Projeto RadamBrasil, 1980. Folha SC.21, Juruena. Levantamento de Recursos Naturais, vol. 20. Departamento Nacional de Produção Mineral. Rio de Janeiro, Brasil, 460 pp.
- Brotero, F.A., 1956. Métodos de ensaios adotados no IPT para o estudo de madeiras nacionais. Boletim 31, 2^a edição. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), São Paulo, Brasil, 28 pp.
- Brown, S., 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: A Primer. FAO Forestry Paper 134. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy, 55 pp.
- Brown, S., Gillespie, A.J.R., Lugo, A.E., 1989. Biomass estimation methods for tropical forest with applications to forest inventory data. *Forest Science* 35, 881-902.
- Brown Jr., K.S., Prance, G.T., 1987. Soils and vegetation. In: Whitmore, T.C., Prance, G.T. (Eds.), *Biogeography and Quaternary History in Tropical America*. Clarendon Press, Oxford, UK, pp. 19-45.

- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M.A., Chambers, J.Q., Eamus, D., Fölster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J. -P., Puig, H., Riéra, B., Yamakura, T., 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145, 87-99.
- Chave, J., Muller-Landau, H.C., Baker, T.R., Easdale, T.A., ter Steege, H., Webb, C.O., 2006. Regional and phylogenetic variation of wood density across 2,456 neotropical tree species. *Ecological Applications* 16, 2356-2367.
- Chudnoff, M., 1976. Density of tropical timbers as influenced by climatic life zones. *Commonwealth Forestry Review* 55, 203-217.
- Chudnoff, M., 1980. *Tropical Timbers of the World*. US Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WI, USA, 831 pp.
- Clark, D.A., 2007. Detecting tropical forests' responses to global climatic and atmospheric change: current challenges and a way forward. *Biotropica* 39, 4-19.
- DeFries, R.S., Houghton, R.A., Hansen, M.C., Field, G.B., Skole, D., Townshend, J., 2002. Carbon emissions from tropical deforestation and regrowth based on satellite observations for the 1980s and 1990s. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 99, 14256-14261.
- DeWalt, S.J., Chave, J., 2004. Structure and biomass of four lowland Neotropical forests. *Biotropica* 36, 7-19.
- FAO, 1988. Food and Agriculture Organization of the United Nations, *Soil Map of the World 1:5,000,000. Revised Legend*. FAO World Soil Resource Report 60, Rome, Italy.
- Fearnside, P.M., 1997. Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management* 90, 59-87.
- Fearnside, P.M., 2000a. Greenhouse gas emissions from land-use change in Brazil's Amazon region. In: Lal, R., Kimble, J.M., Stewart, B.A. (Eds.), *Global Climate Change and Tropical Ecosystems*, pp. 231-249; *Advances in Soil Science*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 438 pp.
- Fearnside, P.M., 2000b. Global warming and tropical land-use change: greenhouse gas emissions from biomass burning, decomposition and soils in forest conversion, shifting cultivation and secondary vegetation. *Climatic Change* 46, 115-158.
- Fearnside, P.M., 2007. Uso da terra na Amazônia e as mudanças climáticas globais. *Brazilian Journal of Ecology* 10, 83-100.
- Fearnside, P.M., Ferraz, J., 1995. A conservation gap analysis of Brazil's Amazonian vegetation. *Conservation Biology* 9, 1134-1147.

- Fearnside, P.M., Laurance, W.F., 2003. Comment on "Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests". *Science* 229, 1015a.
- Fearnside, P.M., Laurance, W.F., 2004. Tropical deforestation and greenhouse gas emissions. *Ecological Applications* 14, 982-986.
- França, M.B., 2002. Modelagem de Biomassa Através do Padrão Espectral no Sudoeste da Amazônia. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil, 106 pp.
- Hacke, U.G., Sperry, J.S., Pockman, W.T., Davis, S.D., McCulloh, K.A., 2001. Trends in wood density and structure are linked to prevention of xilem implosion by negative pressure. *Oecologia* 126, 457-461.
- Houghton, R.A., 2003a. Why are estimates of the terrestrial carbon balance so different? *Global Change Biology* 9, 500-509.
- Houghton, R.A., 2003b. Revised estimates of the annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use and land management 1850-2000. *Tellus Series B-Chemical and Physical Meteorology* 55, 378-390.
- Houghton, R.A., 2005. Aboveground forest biomass and the global carbon balance. *Global Change Biology* 11, 945-958.
- Houghton, R.A., Lawrence, K.T., Hackler, J.L., Brown, S., 2001. The spatial distribution of forest biomass in the Brazilian Amazon: a comparison of estimates. *Global Change Biology* 7, 731-746.
- King, D.A., Davies, S.J., Tan, S., Noor, N.S.MD., 2006. The role of wood density and stem support costs in the growth and mortality of tropical trees. *Journal of Ecology* 94, 670-680.
- Malhi, Y., Baker, T.R., Phillips, O.L., Almeida, S., Alvarez, E., Arroyo, L., Chave, J., Czimczik, C.I., Di Fiore, A., Higuchi, N., Killeen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Montoya, L.M.M., Monteagudo, A., Neill, D.A., Vargas, P.N., Patiño, S., Pitman, C.A., Quesada, C.A., Salomão, R., Silva, J.N.M., Lezama, A.T., Martinez, R.V., Terborgh, J., Vinceti, B., Lloyd, J., 2004. The above-ground coarse wood productivity of 104 Neotropical forest plots. *Global Change Biology* 10, 563-591.
- Malhi, Y., Wood, D., Baker, T.R., Wright, J., Phillips, O.L., Cochrane, T., Meir, P., Chave, J., Almeida, S., Arroyo, L., Higuchi, N., Killeen, T., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Monteagudo, A., Neill, D.A., Vargas, P.N., Pitman, N.C.A., Quesada, C.A., Salomão, R., Silva, J.N.M., Lezama, A.T., Terborgh, J., Martínez, R.V., Vinceti, B., 2006. The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. *Global Change Biology* 12, 1107-1138.

- McGuire, A.D., Sitch, S., Clein, J.S., Dargaville, R., Esser, G., Foley, J., Heimann, M., Joos, F., Kaplan, J., Kicklighter, D.W., Meier, R.A., Melillo, J.M., Moore III, B., Prentice, I.C., Ramankutty, N., Reichenau, T., Schloss, A., Tian, H., Williams, L.J., Wittenberg, U., 2001. Carbon balance of the terrestrial biosphere in the twentieth century: Analyses of CO₂, climate and land use effects with four process-based 10 ecosystem models. *Global Biogeochemical Cycles* 15, 183-206.
- Meinzer, F.C., 2003. Functional convergence in plant responses to the environment. *Oecologia* 134, 1-11.
- Melo, J.E., Coradin, V.T.R., Mendes, J.C., 1990. Classes de densidade para madeiras da Amazônia Brasileira. *Anais do Congresso Florestal Brasileiro* 6, vol. 3, Sociedade Brasileira de Silvicultura, Campos do Jordão, São Paulo, SP, Brasil, pp. 695-699.
- Muller-Landau, H.C., 2004. Interspecific and intersite variation in wood density of tropical trees. *Biotropica* 36, 20-32.
- Nascimento, C.C., 1993. Variabilidade da Densidade Básica e de Propriedades Mecânicas de Madeiras da Amazônia. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Piracicaba, SP, Brasil, 129 pp.
- Nelson, B.W., 1994. Natural forest disturbance and change in the Brazilian Amazon. *Remote Sensing Reviews* 10,105-125.
- Nelson, B.W., Oliveira, A.C., Vidalenc, D., Smith, M., Bianchini, M.C., Nogueira, E.M., 2006. Florestas dominadas por tabocas trepadeiras do gênero *Guadua*, no sudoeste da Amazônia. *Anais do Seminário Nacional de Bambu*, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil, pp. 49-55.
- Nogueira, E.M., Nelson, B.W., Fearnside, P.M., 2005. Wood density in dense forest in central Amazonia, Brazil. *Forest Ecology and Management* 208, 261-286.
- Oliveira, L.C.S., 1981. A variação da massa específica aparente da madeira em função do teor de umidade. IPT, n.2. Notas técnicas em secagem de madeiras. São Paulo, SP, Brasil.
- Parolin, P., Ferreira, L.V., 1998. Are there differences in specific wood gravities between trees in várzea and igapó (Central Amazonia)? *Ecotropica* 4, 25-32.
- Putz, F.E., Coley, P.D., Lu, K., Montalvo, A., Aiello, A., 1983. Uprooting and snapping of trees: structural determinants and ecological consequences. *Canadian Journal of Forest Research* 13, 1011-1020.
- Reid, Collins and Associates, 1977. Jari Hog Fuel Study: Investigation of Moisture Content, Specific Gravity, Rate of Drying and other related proprieties of Indigenous Hardwood

- Species at Jari, Brazil. Progress Report, Dry Season Sampling and Results, Vancouver, BC, Canada, 63 pp.
- Reyes, G., Brown, S., Chapman, J.C., Lugo, A.E., 1992. Wood densities of tropical tree species. USDA Forest Service. General Technical Report S0-88. Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA, U.S.A., 15 pp.
- Ribeiro, J.E.L.S., Hopckins, M.J.C., Vicentini, A., Sothers, C.A., Costa, M.A.S., Brito, J.M., Souza, M.A.D., Martins, L.H.P., Lohmann, L.G., Assunção, P.A.C.L., Pereira, E.C., Silva, C., Mesquita, M.R., Procópio, L.C., 1999. Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia central. INPA/DFID, Manaus, Amazonas, Brasil, 816 pp.
- Sallenave, P., 1971. Propriétés Physiques et Mécaniques des Bois Tropicaux. Deuxième Supplément. CTFT, Nogent sur Marne, France.
- Sombroek, W.G., 2000. Amazon land forms and soils in relation to biological diversity. *Acta Amazonica* 30, 81-100.
- Souza, M.H., Magliano, M.M., Camargos, J.A.A., Souza, M.R., 2002. Madeiras tropicais brasileiras (Brazilian Tropical Woods), 2ª edição. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Edições IBAMA, Brasília, DF, Brasil, 152 pp.
- Sterck, F.J., van Gelder, H.A., Poorter, L., 2006. Mechanical branch constraints contribute to life-history variation across tree species in a Bolivian forest. *Journal of Ecology* 94, 1192-1200.
- ter Steege, H., Pitman, N.C.A., Phillips, O.L., Chave, J., Sabatier, D., Duque, A., Molino, J-F., Prévost, M-F., Spichiger, R., Castellanos, H., von Hildebrand, P., Vásquez, R., 2006. Continental-scale patterns of canopy tree composition and function across Amazonia. *Nature* 443, 444-447.
- Terborgh, J., Andresen, E., 1998. The composition of Amazonian forests: patterns at local and regional scales. *Journal of Tropical Ecology* 14, 645-664.
- Trugilho, P.F., Silva, D.A., Frazão, F.J.L., Matos, J.L.M., 1990. Comparação de métodos de determinação da densidade básica em madeira. *Acta Amazonica* 20, 307-319.
- van Gelder, H.A., Poorter, L., Sterck, F.J., 2006. Wood mechanics, allometry, and life-history variation in a tropical rain forest tree community. *New Phytologist* 171, 367-378.
- Veloso, H.P., Rangel Filho, A.L.R., Lima, J.C.A., 1991 *Classificação da Vegetação Brasileira Adaptada a um Sistema Universal*. IBGE, Rio de Janeiro, Brasil, 123 pp.
- Vidalenc, D., 2000. Distribuição das florestas dominadas pelo bambu *Guadua weberbaueri* em escala de paisagem no sudoeste da Amazônia e fatores edáficos que afetam sua densidade.

- Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil, 92 pp.
- Wiemann, M.C., Williamson, G.B., 2002. Geographic variation in wood specific gravity: effects of latitude, temperature, and precipitation. *Wood Fiber Science* 34, 96-107.
- Woodcock, D., 2000. Wood specific gravity of trees and forest types in the southern Peruvian Amazon. *Acta Amazonica* 30, 589-599.
- Woodcock, D.W., Shier, A.D., 2003. Does canopy position affect wood specific gravity in temperate forest trees? *Annals of Botany* 91, 529-537.
- Wright, S.J., Muller-Landau, H.C., Condit, R., Hubbell, S.P., 2003. Gap-dependent recruitment, realized vital rates, and size distributions of tropical trees. *Ecology* 84, 3174-3185.

Anexo A. Densidade básica média do fuste (seção transversal do disco de madeira com casca) por espécies ou morfo-espécies para quatro locais de coleta na porção sul da Amazônia brasileira.

Família	Nome Científico	Média do fuste (desvio padrão)	n
Anacardiaceae	<i>Anacardium giganteum</i> W. Hancock ex Engl.	0,445	1
Fabaceae	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex. DC.	0,650	1
Annonaceae	<i>Annona ambotay</i> Aubl.	0,605	1
Tiliaceae	<i>Apeiba echinata</i> Gaertner	0,265	1
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> cf. <i>spruceanum</i> Mull. Arg.	0,726 (0,010)	2
Anacardiaceae	<i>Astronium le-cointei</i> Ducke	0,638 (0,062)	7
Moraceae	<i>Batocarpus amazonicus</i> (Ducke) Fosberg	0,604	1
Bixaceae	<i>Bixa arborea</i> Huber	0,332	1
Moraceae	<i>Brosimum acutifolium</i> Huber ssp. <i>interjectum</i> C.C. Berg	0,511	1
Moraceae	<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	0,644	1
Moraceae	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	0,766 (0,065)	3
Moraceae	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C.Berg.	0,627 (0,048)	6
Urticaceae	<i>Castilloa ulei</i> Warb	0,410	1
Cecropiaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	0,310	1
Ulmaceae	<i>Celtis schippii</i> Standl.	0,669	1
Hippocrateaceae	<i>Cheiloclinium cognatum</i> (Miers) A.C. Smith	0,703 (0,025)	11
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum lucentifolium</i> Cronquist ssp. <i>pachicardium</i> Pires T. D. Pen	0,737	1
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum</i> sp.	0,728	1
Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	0,526	1
Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum orinocense</i> (Kunth) Steud.	0,394	1
Euphorbiaceae	<i>Conceveiba guianensis</i> Aubl.	0,556	1
Caesalpinioideae	<i>Copaifera multijuga</i> Hayne	0,563 (0,009)	2
Boraginaceae	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	0,467	1
Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp.	0,550	1
Boraginaceae	<i>Cordia sprucei</i> Mez	0,467 (0,022)	2
Euphorbiaceae	<i>Croton palanostigma</i> Klotzsch	0,454	1
Fabaceae	<i>Diplotropis purpurea</i> var. <i>leptophylla</i> (Kleinhoonte) Amshoff	0,674 (0,053)	2
Sapotaceae	<i>Ecclinusa guianensis</i> Eyma	0,613 (0,124)	4
Mimosoideae	<i>Enterolobium</i> sp.	0,379	1
Bombacaceae	<i>Eriotheca globosa</i> (Aubl.) Robyns	0,590	1
Myrtaceae	<i>Eugenia anastomosans</i> DC.	0,594	1
Annonaceae	<i>Fusaea longifolia</i> (Aubl.) Saff.	0,657 (0,035)	4
Nyctaginaceae	<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	0,533	1
Meliaceae	<i>Guarea</i> cf. <i>humaitensis</i> T.D. Penn.	0,513	1
Meliaceae	<i>Guarea grandifolia</i> DC.	0,623	1
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	0,492	1
Meliaceae	<i>Guarea</i> sp.	0,613	1
Meliaceae	<i>Guarea trunciflora</i> C. DC.	0,607 (0,016)	2
Annonaceae	<i>Guatteria citriodora</i> Ducke	0,516	1
Annonaceae	<i>Guatteria</i> sp.	0,487	1
Sterculiaceae	<i>Guazuma</i> sp.	0,484	1
Lecythidaceae	<i>Gustavia augusta</i> L.	0,604	1
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella</i> cf. <i>racemosa</i> Lam.	0,761	1
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella</i> sp.	0,699	1
Caesalpinioideae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	0,785	1
Fabaceae	<i>Hymenolobium</i> cf. <i>pulcherrimum</i> Ducke	0,586 (0,023)	2
Fabaceae	<i>Hymenolobium modestum</i> Ducke	0,538	1
Fabaceae	<i>Hymenolobium nitidum</i> Benth.	0,632	1
Fabaceae	<i>Hymenolobium sericeum</i> Ducke	0,715	1
Mimosoideae	<i>Inga alba</i> (Swartz.) Willd.	0,588	1

Anexo A. (continuação)

Família	Nome Científico	Média do fuste (desvio padrão)	n
Mimosoideae	<i>Inga flagelliformis</i> (Vell.) Mart.	0,496	1
Mimosoideae	<i>Inga stipularis</i> DC.	0,676	1
Mimosoideae	<i>Inga thibaudiana</i> DC. ssp. <i>thibaudiana</i>	0,657	1
Myristicaceae	<i>Iryanthera sagotiana</i> Warb.	0,551	1
Rubiaceae	<i>Isertia hypoleuca</i> Benth.	0,484	1
Flacourtiaceae	<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	0,615	1
Tiliaceae	<i>Lueheopsis duckeana</i> Burret	0,546 (0,022)	2
Moraceae	<i>Maquira calophylla</i> (Planch. & Endl.) C.C. Berg	0,617 (0,095)	3
Moraceae	<i>Maquira sclerophylla</i> (Ducke) C.C. Berg	0,416	1
Sapindaceae	<i>Matayba cf. purgans</i> (Poepp. & Endl.) Radlk.	0,565	1
Rutaceae	<i>Metrodorea flavida</i> K. Krause	0,693 (0,046)	5
Melastomataceae	<i>Miconia holosericea</i> (L.) DC.	0,587	1
Memecylaceae	<i>Mouriri duckeanoides</i> Morley	0,704	1
Moraceae	<i>Naucleopsis caloneura</i> (Huber) Ducke	0,453	1
Nyctaginaceae	<i>Neea cf. oppositifolia</i> Ruiz & Pav.	0,454	1
Lauraceae	<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez	0,466 (0,112)	2
Lauraceae	<i>Ocotea longifolia</i> H.B.K.	0,558	1
Lauraceae	<i>Ocotea nitida</i> (Meissn.) Rohwer	0,536	1
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	0,702	1
Mimosoideae	<i>Parkia</i> sp.	0,624	1
Violaceae	<i>Paypayrola grandiflora</i> Tul.	0,492 (0,021)	2
Fabaceae	<i>Poeppigia procera</i> C. Presl	0,531	1
Cecropiaceae	<i>Pourouma cf. tomentosa</i> Miq. ssp. <i>apiculata</i> (Bem.) C.C. Berg. & van Heus.	0,379 (0,016)	2
Cecropiaceae	<i>Pourouma minor</i> Benoist	0,423 (0,046)	4
Sapotaceae	<i>Pouteria anomala</i> (Pires) T.D. Penn.	0,680 (0,011)	4
Sapotaceae	<i>Pouteria cf. campanulata</i> Baehni	0,690 (0,069)	3
Sapotaceae	<i>Pouteria cf. cladantha</i> Sandwith	0,615	1
Sapotaceae	<i>Pouteria cf. glomerata</i> (Miq.) Radlk.	0,643 (0,088)	4
Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma	0,682 (0,034)	2
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	0,681	1
Burseraceae	<i>Protium cf. decandrum</i> (Aubl.) March.	0,562 (0,028)	2
Burseraceae	<i>Protium cf. spruceanum</i> (Benth.) Engl.	0,568 (0,008)	2
Burseraceae	<i>Protium guianensis</i> (Aubl.) Marchand	0,665	1
Burseraceae	<i>Protium</i> sp.	0,620	1
Burseraceae	<i>Protium tenuifolium</i> (Engl.) Engl.	0,553	1
Moraceae	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) Macbr.	0,593 (0,041)	7
Moraceae	<i>Pseudolmedia macrophylla</i> Trécul	0,588 (0,049)	4
Annonaceae	<i>Pseudoxandra obscurinervis</i> Maas	0,691	1
Vochysiaceae	<i>Qualea cf. paraensis</i> Ducke	0,553	1
Bombacaceae	<i>Quararibea ochrocalyx</i> (K. Schum.) Vischer	0,563 (0,024)	5
Violaceae	<i>Rinoreocarpus ulei</i> (Melch.) Ducke	0,589	1
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	0,441	1
Sapotaceae	<i>Sarcaulus</i> sp.	0,680	1
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Frodin	0,423 (0,036)	2
Caesalpinioideae	<i>Sclerolobium cf. micropetalum</i> Ducke	0,553 (0,123)	3
Caesalpinioideae	<i>Sclerolobium cf. setiferum</i> Ducke	0,438	1
Caesalpinioideae	<i>Sclerolobium</i> sp.	0,576	1
Caesalpinioideae	<i>Sclerolobium</i> sp.	0,645	1
Caesalpinioideae	<i>Sclerolobium</i> sp.	0,511	1
Caesalpinioideae	<i>Sclerolobium</i> sp.	0,380	1

Anexo A. (continuação)

Família	Nome Científico	Média do fuste (desvio padrão)	n
Caesalpinioideae	<i>Sclerolobium</i> sp.	0,463	1
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	0,344	1
Siparunaceae	<i>Siparuna</i> sp.	0,436	1
Sterculiaceae	<i>Sterculia excelsa</i> Mart.	0,455 (0,015)	2
Sterculiaceae	<i>Sterculia pruriens</i> (Aubl.) K. Schum.	0,344	1
Sterculiaceae	<i>Sterculia</i> sp.	0,387	1
Bignoniaceae	<i>Tabebuia</i> sp.	0,713	1
Sapindaceae	<i>Talisia cerasina</i> (Benth.) Radlk.	0,825	1
Burseraceae	<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart	0,646 (0,033)	8
Burseraceae	<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze	0,666	1
Sterculiaceae	<i>Theobroma microcarpum</i> Mart.	0,476 (0,031)	5
Sterculiaceae	<i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng	0,495 (0,029)	6
Sapindaceae	<i>Toulicia guianensis</i> Aubl.	0,671 (0,029)	2
Clusiaceae	<i>Tovomita</i> sp.	0,713	1
Burseraceae	<i>Trattinnickia</i> cf. <i>peruviana</i> Loes.	0,515	1
Meliaceae	<i>Trichilia</i> cf. <i>rubra</i> C. DC.	0,790	1
Meliaceae	<i>Trichilia guianensis</i> Klotzsch ex C. DC.	0,804	1
Meliaceae	<i>Trichilia micrantha</i> Benth.	0,683 (0,064)	8
Meliaceae	<i>Trichilia quadrijuga</i> Kunth	0,620	1
Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp.	0,765	1
Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp.	0,558	1
Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp.	0,764	1
Humiriaceae	<i>Vantanea guianensis</i> Aubl.	0,816	1
Humiriaceae	<i>Vantanea</i> sp.	0,799	1
Myristicaceae	<i>Virola</i> cf. <i>venosa</i> (Benth.) Warb.	0,427	1

Anexo B. Densidade básica na altura do peito (seção transversal do disco de madeira com casca) no sudoeste da Amazônia para dois tipos de floresta: floresta aberta dominada por bambu e floresta densa livre de bambu. O conteúdo abaixo é o mesmo conjunto de dados usado por França (2002) após identificação das espécies botânicas. No entanto, a informação na nota *erratum* anexada a França (2002, Anexo I) foi incorporada com valores corrigidos para o Acre, usados aqui.

Família	Nome Científico	Densidade básica na altura do peito	n
Mimosaceae	<i>Acacia paniculata</i> Willd.	0,472	1
Mimosaceae	<i>Acacia paraensis</i> Ducke	0,554	2
Fabaceae	<i>Alexa</i> sp.	0,665	1
Sapindaceae	<i>Allophylus pilosus</i> (J.F. Macbr.) A.H. Gentry	0,614	5
Ulmaceae	<i>Ampelocera edentula</i> Kuhl	0,804	1
Fabaceae	<i>Andira multistipula</i> Ducke	0,675	1
Tiliaceae	<i>Apeiba echinata</i> Gaertner	0,391	2
Tiliaceae	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	0,242	1
Olacaceae	<i>Aptandra tubicina</i> (Poepp.) Benth. ex Miers	0,605	1
Apocynaceae	<i>Aspidosperma ulei</i> Markgr.	0,670	1
Anacardiaceae	<i>Astronium le-cointei</i> Ducke	0,691	2
Sterculiaceae	<i>Basiloxylon</i> sp.	0,175	1
Moraceae	<i>Batocarpus</i> cf. <i>amazonicus</i> (Ducke) Fosberg	0,605	1
Fabaceae	<i>Bocoa alterna</i> (Benth.) R. S. Cowan	0,747	1
Bombacaceae	<i>Bombacopsis macrocalyx</i> (Ducke) Robyns	0,362	2
Monimiaceae	<i>Bracteanthus glycyarpus</i> Ducke	0,677	1
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>bolivarense</i> (Pittier) C.C. Berg	0,618	1
Moraceae	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	0,602	1
Moraceae	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C. Berg.	0,632	2
Combretaceae	<i>Buchenavia grandis</i> Ducke	0,753	1
Myrtaceae	<i>Calyptanthes</i> sp.	0,480	1
Myrtaceae	<i>Calyptanthes</i> sp.	0,818	1
Euphorbiaceae	<i>Caryodendron grandifolium</i> (Mull. Arg.) Pax	0,644	5
Flacourtiaceae	<i>Casearia javintensis</i> H.B.K.	0,571	1
Flacourtiaceae	<i>Casearia pitumba</i> Sleumer	0,519	1
Flacourtiaceae	<i>Casearia</i> sp.	0,621	1
Flacourtiaceae	<i>Casearia</i> sp.	0,723	1
Olacaceae	<i>Cathedra acuminata</i> (Benth.) Miers	0,658	1
Bombacaceae	<i>Cavanillesia</i> sp.	0,153	1
Bombacaceae	<i>Cavanillesia</i> sp.	0,192	1
Cecropiaceae	<i>Cecropia distachya</i> Huber	0,438	1
Cecropiaceae	<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Sneathl.	0,277	1
Cecropiaceae	<i>Cecropia latiloba</i> Miq.	0,271	1
Cecropiaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	0,456	1
Bombacaceae	<i>Ceiba insignis</i> (Kunth) P.E. Gibbs & Semir	0,410	3
Cochlospermaceae	cf. <i>Cochlospermum</i> sp.	0,790	1
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum</i> sp.	0,589	1
Verbenaceae	<i>Citharexylum macrophyllum</i> Poir.	0,538	1
Moraceae	<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	0,498	1
Moraceae	<i>Clarisia ilicifolia</i> (Spreng.) Lanj. & Rosseb.	0,672	1
Fabaceae	<i>Clathrotropis macrocarpa</i> Ducke	0,675	1
Caesalpinioidae	<i>Copaifera multijuga</i> Hayne	0,547	1
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	0,372	1
Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp.	0,640	1
Euphorbiaceae	<i>Drypetes variabilis</i> Uittien	0,713	5
Annonaceae	<i>Duguetia quitarensis</i> Benth.	0,754	2
Annonaceae	<i>Duguetia spixiana</i> Mart.	0,613	1
Fabaceae	<i>Dypterix alata</i> Vogel	0,936	1
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i> aff. <i>coriacea</i> (DC.) Mart. ex Berg.	0,615	1

Anexo B. (continuação)

Família	Nome Científico	Densidade básica na altura do peito	n
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovalifolia</i> (DC.) Nied.	0,618	1
Rutaceae	<i>Esenbeckia</i> sp.	0,446	1
Moraceae	<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & Bouché	0,387	1
Moraceae	<i>Ficus paraensis</i> (Miq.) Miq.	0,480	1
Rubiaceae	<i>Genipa</i> sp.	0,545	1
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	0,595	1
Meliaceae	<i>Guarea pubescens</i> (Rich.) A. Juss.	0,617	1
Meliaceae	<i>Guarea</i> sp.	0,684	1
Meliaceae	<i>Guarea</i> sp.	0,695	1
Annonaceae	<i>Guatteria</i> cf. <i>schomburgkiana</i> Mart.	0,676	1
Euphorbiaceae	<i>Hevea</i> cf. <i>brasiliensis</i> (Kunth) Mull. Arg.	0,525	2
Euphorbiaceae	<i>Hevea</i> sp.	0,262	1
Euphorbiaceae	<i>Hevea spruceana</i> (Benth.) Mull. Arg.	0,530	1
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella excelsa</i> Standl. ex Prance	0,712	3
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella</i> cf. <i>racemosa</i> Lam.	0,720	1
Aquifoliaceae	<i>Ilex inundata</i> Poepp. ex Reissek	0,649	3
Mimosaceae	<i>Inga</i> cf. <i>disticha</i> Benth.	0,483	1
Mimosaceae	<i>Inga</i> cf. <i>laurina</i> Willd.	0,696	1
Mimosaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	0,507	1
Mimosaceae	<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd.	0,463	2
Mimosaceae	<i>Inga marginata</i> Willd.	0,468	3
Mimosoideae	<i>Inga nobilis</i> Willd.	0,591	1
Rubiaceae	<i>Ixora peruviana</i> (Spruce ex K. Schum.) Standl.	0,664	1
Caricaceae	<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp.& Endl.) Solms	0,087	2
Lecythidaceae	<i>Lecythis</i> sp.	0,628	1
Violaceae	<i>Leonia crassa</i> L.B. Sm. & A. Fernández	0,695	1
Fabaceae	<i>Lonchocarpus</i> sp.	0,535	1
Flacourtiaceae	<i>Lunania parviflora</i> Spruce ex Benth.	0,537	1
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> ssp. <i>tinctoria</i>	0,668	1
Annonaceae	<i>Malmea</i> sp.	0,445	1
Fabaceae	<i>Martiodendron elatum</i> var. <i>occidentale</i> (Ducke) R. Koepfen	0,805	1
Sapindaceae	<i>Matayba arborescens</i> (Aubl.) Radlk.	0,737	1
Bombacaceae	<i>Matisia</i> sp.	0,571	1
Lauraceae	<i>Mezilaurus micrantha</i> van der Werff	0,801	1
Lauraceae	<i>Ocotea longifolia</i> H.B.K.	0,497	2
Lauraceae	<i>Ocotea oblonga</i> (Meissn.) Mez	0,556	2
Annonaceae	<i>Oxandra espintana</i> (Spruce ex Benth.) Baill.	0,749	1
Annonaceae	<i>Oxandra polyantha</i> R. E. Fr.	0,778	1
Annonaceae	<i>Oxandra</i> sp.	0,729	1
Moraceae	<i>Perebea guianensis</i> Aubl.	0,734	3
Moraceae	<i>Perebea mollis</i> (Planch. & Endl.) Huber ssp. <i>mollis</i>	0,613	1
Moraceae	<i>Perebea</i> sp.	0,676	1
Fabaceae	<i>Platymiscium</i> sp.	0,524	1
Anacardiaceae	<i>Poupartia amazonica</i> Ducke	0,392	1
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> cf. <i>campanulata</i> Baehni	0,715	1
Moraceae	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) Macbr.	0,702	4
Moraceae	<i>Pseudolmedia macrophylla</i> Trécul	0,542	2
Fabaceae	<i>Pterocarpus</i> aff. <i>rohrii</i> Vahl	0,481	1
Fabaceae	<i>Pterocarpus</i> cf. <i>officinalis</i> Jacq.	0,578	1
Bombacaceae	<i>Quararibea</i> cf. <i>guianensis</i> Aubl.	0,451	7

Anexo B. (continuação)

Família	Nome Científico	Densidade básica na altura do peito	n
Clusiaceae	<i>Rhedia acuminata</i> (Ruiz & Pav.) Planch. & Triana	0,698	1
Violaceae	<i>Rinorea amapensis</i> Hekking	0,616	1
Violaceae	<i>Rinorea lindeniana</i> (Tul.) Kuntze	0,675	1
Humiriaceae	<i>Sacoglottis</i> sp.	0,698	1
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	0,479	1
Euphorbiaceae	<i>Sapium marmieri</i> Huber	0,331	3
Euphorbiaceae	<i>Sapium obovatum</i> Klotzsch ex Mull. Arg.	0,435	2
Euphorbiaceae	<i>Sapium</i> sp.	0,331	1
Fabaceae	<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke	0,431	1
Caesalpinoideae	<i>Sclerolobium</i> sp.	0,495	1
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea porphyrocarpa</i> Ducke	0,732	1
Moraceae	<i>Sorocea briquetii</i> J.F. Macbr.	0,625	1
Moraceae	<i>Sorocea hirtella</i> Mildbr.	0,648	1
Sterculiaceae	<i>Sterculia excelsa</i> Mart.	0,526	1
Myrsinaceae	<i>Stylogyne micrantha</i> (Kunth) Mez	0,510	1
Bignoniaceae	<i>Tabebuia</i> sp.	0,803	1
Bignoniaceae	<i>Tabebuia</i> sp.	0,799	1
Dichapetalaceae	<i>Tapura peruviana</i> K. Krause	0,711	1
Combretaceae	<i>Terminalia argentea</i> Mart.	0,697	2
Sterculiaceae	<i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng	0,607	1
Meliaceae	<i>Trichilia</i> aff. <i>cipo</i> (A. Juss.) C. DC.	0,712	1
Meliaceae	<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	0,673	1
Meliaceae	<i>Trichilia guianensis</i> Klotzsch ex C. DC.	0,654	3
Meliaceae	<i>Trichilia quadrijuga</i> subsp. <i>quadrijuga</i>	0,747	2
Vochysiaceae	<i>Vochysia guianensis</i> Aubl.	0,791	1
Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i> cf. <i>riedelianum</i> Engl.	0,321	1
Fabaceae	<i>Zollernia</i> cf. <i>grandifolia</i> Schery	0,744	1
Fabaceae	<i>Zygia latifolia</i> (L.) Fawc. & Rendle	0,621	1
Fabaceae	<i>Zygia</i> sp.	0,686	1