

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

BIOMASSA LENHOSA DE ESPÉCIES ARBÓREAS E ESTOQUE DE CARBONO EM  
TRECHOS DE FLORESTA TROPICAL E EM FRAGMENTO FLORESTAL URBANO  
NO MUNICÍPIO DE MANAUS, AMAZONAS.

Bolsista: Anna Carolina Martins Moraes, UFAM

MANAUS  
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL  
PIB-A\_0080/2014

BIOMASSA LENHOSA DE ESPÉCIES ARBÓREAS E ESTOQUE DE CARBONO EM  
TRECHOS DE FLORESTA TROPICAL E EM FRAGMENTO FLORESTAL URBANO  
NO MUNICÍPIO DE MANAUS, AMAZONAS.

Bolsista: Anna Carolina Martins Moraes, UFAM.  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr.. Alberto Carlos Martins Pinto

MANAUS  
2015

## Resumo

A quantificação da biomassa da vegetação é importante para compreensão dos fluxos de carbono, principalmente devido ao desmatamento e distúrbio nas florestas. Essencial para entender a suscetibilidade das florestas as mudanças, ou formular projetos na geração de créditos de Carbono. Também havendo, nos últimos anos, grande interesse em quantificar a biomassa da floresta natural que é convertida em diferentes formas de uso do solo para que se possa fazer uma avaliação mais precisa dos impactos gerados por diferentes causas na região. O presente trabalho teve como objetivo estimar a biomassa lenhosa e o estoque de carbono de espécies arbóreas em pertencentes à Universidade Federal do Amazonas e Estação Experimental de Manejo Florestal – ZF-2. Para identificar diferenças estatísticas nas estimativas de biomassa e carbono por conta do isolamento do fragmento florestal. As coletas de dados foram feitas entre janeiro e maio, na UFAM foram identificadas 150 espécies, pertencentes a 40 famílias botânicas, totalizando 744 indivíduos. E na ZF-2 foram identificados 178 espécies, pertencentes a 46 famílias, totalizando 868 indivíduos. As espécies mais importantes dentro dos trechos, obtidas por meio do Índice de Importância (INDI) foram, na UFAM *Eschweilera coriaceae*, *Helicostylis scabra*, *Eschweilera truncata*, *Protium apiculatum*, e *Neea madeirana*. Na ZF-2, *Swartzia schomburgkii*, *Pouteria freitasii*, *Inga alba*, *Pouroma ovata*, e *Byrsonima duckeana*. As famílias mais importantes foram, na UFAM *Lecythidaceae*, *Fabaceae*, *Moraceae*, *Burseraceae* e *Myristicaceae*. Para a ZF-2, *Fabaceae*, *Sapotaceae*, *Lecythidaceae*, *Moraceae* e *Euphorbiaceae*. A estimativa do volume comercial bruto com casca de árvore em pé para todos os indivíduos com  $DAP \geq 10$  cm na área da UFAM é de 398,69m<sup>3</sup>, e na área da ZF-2 o volume é de 587,53m<sup>3</sup>. Para biomassa seca, utilizando o modelo proposto por Silva (2007), da UFAM é de 347,7 toneladas, e o da ZF-2 é de 503,99 toneladas. O estoque de carbono em toneladas da UFAM é de 168,64 toneladas, e da ZF-2 é de 244,43 toneladas. Pode-se verificar que houve diferença estatística entre o local e as variáveis dendrométricas, volume ( $p < 0,01$ ) com ( $p = 0,000$ ), biomassa ( $p < 0,01$ ) com ( $p = 0,000$ ) e carbono ( $p < 0,01$ ) com ( $p = 0,000$ ). Esses resultados indicam que a tipologia florestal das comunidades avaliadas apresentam diferenças entre a estrutura das florestas em questão. Isso ficou evidente durante a discussão dos resultados na análise da estrutura das duas florestas.

## Sumário

Resumo.....	3
Sumário.....	4
1. Introdução.....	5
2. Revisão Bibliográfica.....	6
3. Material e Métodos.....	10
3.1. Caracterização da área de estudo.....	10
3.1.1. Fragmento Florestal UFAM.....	10
3.1.2. Estação Experimental de Manejo Florestal do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - ZF-2.....	10
3.2. Coleta e Análise de Dados.....	12
3.2.1. Pontos de Amostragem.....	12
3.2.2. Equipe, Materiais Necessários e Coleta de Dados.....	12
3.3. Análise dos Dados.....	13
4. Resultados e Discussão.....	14
4.1. Composição Florística.....	14
4.2. Diversidade de Espécies.....	14
4.3. Estrutura Horizontal e Índice de Importância das Espécies.....	14
4.4. Volume.....	17
4.5. Biomassa e Estoque de Carbono.....	17
4.6. Classe Diamétrica.....	18
4.6. Análise Estatística.....	19
5. Conclusão.....	21
6. Referências Bibliográficas.....	22
6. Cronograma de atividades (discriminando etapas realizadas e a realizar do projeto).....	27
7. Anexos.....	28
7.1. Lista de espécies inventariadas.....	28

## 1. Introdução

Os estudos de biomassa e carbono em formações florestais são feitos com objetivos diversos, dentre os quais destacam-se o manejo florestal, a quantificação da ciclagem de nutrientes, a quantificação para fins energéticos e como base de informações para estudos de sequestro de carbono. Esses estudos são de grande importância para a tomada de decisões no manejo dos recursos florestais (PÁSCOA *et al.*, 2004).

As estimativas de biomassa, necessárias aos estudos do balanço global de carbono, vêm de estudos que utilizam o método direto e outros, o método indireto. apresentam vantagens e desvantagens (MARTINELLI *et al.*, 1994).

O método direto consiste na derrubada e pesagem de todas as árvores, feito em parcelas fixas, é mais caro e exige muito tempo. Segundo Brown *et al.* (1989), suas estimativas são tendenciosas, por serem baseadas em dados de poucas e pequenas parcelas.

O segundo método é o indireto, que utiliza dados dos inventários florestais executados com a finalidade de planejar as atividades do manejo florestal e levantar informações acerca dos serviços ambientais. De acordo com Chave *et al.* (2005), os parâmetros mais consistentes para estimar biomassa acima do solo são, diâmetro do tronco, densidade da madeira, altura das árvores e tipo florestal. Em regra, equações que consideram simultaneamente diâmetro do tronco (ou área basal), densidade da madeira e altura são mais acurados.

Com o modelo alométrico gerado na região de Manaus por Silva (2007), é possível aplicá-lo em distintas áreas da região de floresta de terra firme, como o fragmento florestal da UFAM, em zona urbana, que sofre pressão nas bordas da área, a outra é a e a Fazenda Experimental, as margens da BR 174, km 38, com poucas intervenções antrópicas. A partir do Inventário Florestal, será possível avaliar e comparar a biomassa acima do solo e o potencial para a geração de créditos de carbono, sendo importantes para decisões no manejo dos recursos florestais futuros.

O presente trabalho teve como objetivo estimar a biomassa lenhosa e o estoque de carbono de espécies arbóreas em áreas de florestas pertencentes à Universidade Federal do Amazonas e ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. E identificar diferenças estatísticas nas estimativas dessas variáveis por conta do isolamento do fragmento florestal e possíveis mudanças na estrutura florestal.

## 2. Revisão Bibliográfica

A floresta Amazônica se tornou na década de 1980, uma das regiões de maior interesse do mundo, em razão da sua grande extensão territorial, riqueza da biodiversidade, grande biomassa lenhosa e a grande complexidade dos ecossistemas, podendo ter seu equilíbrio facilmente rompido, alta taxa de produtividade biológica com alto acúmulo de carbono (C).

Para aplicação de qualquer sistema de manejo, em regime de uso sustentável em florestas tropicais na Amazônia, é necessário que se conheça a estrutura das florestas. Através desta análise é determinada a composição horizontal e vertical da floresta, permitindo a intervenção no povoamento numa intensidade que não provoque alterações irreversíveis, possibilitando que a floresta atinja seu máximo potencial produtivo (Jardim e Hosokawa, 1986)

Para isso, é recomendável monitorar a floresta usando o inventário florestal contínuo (IFC), onde são realizadas mensurações na floresta intacta em diferentes períodos, visando avaliar seu comportamento frente às causas naturais de alteração. Resultando na obtenção de informações sobre a dinâmica, e fatores ecológicos que para Silva (1989) comprometem a complexidade das interações entre os fatores envolvidos no processo.

Considerando a grande cobertura vegetal da região amazônica, recentemente se tem evidenciado sua importância no controle das mudanças climáticas globais, tanto pela capacidade de emitir gases do efeito estufa para a atmosfera, por queimadas ou desmatamentos, como de absorver carbono da atmosfera por meio do crescimento do povoamento. Diversos estudos avaliam se as florestas tropicais não manejadas são consideradas fonte ou sumidouro de carbono.

A floresta pode atuar como sumidouro, pois as árvores absorvem carbono durante a fotossíntese e armazenam o excedente na forma de biomassa (HIGUCHI et al. 2004). No entanto, segundo Clark (2004) as florestas também podem ser fonte de carbono, devido à diminuição da produtividade florestal e aumento nas taxas de mortalidade devido o aumento da temperatura e da intensidade das secas, ou devido ao desmatamento, fonte significativa de gases de efeito estufa para a atmosfera (HOUGHTON et al. 2000). Estima-se que o estoque de carbono florestal, necromassa e biomassa abaixo do solo na Amazônia brasileira, esta em torno de 86 bilhões de toneladas (SAATCHI et al. 2007).

Os estudos de biomassa e carbono em formações florestais são feitos com objetivos diversos segundo Páscoa et al. (2004), dentre os quais destacam-se a quantificação da ciclagem de nutrientes, a quantificação para fins energéticos e como

base de informações para estudos de sequestro de carbono. Sendo importantes para decisões no manejo dos recursos florestais. O interesse na completa utilização da árvore, o uso dos resíduos na manufatura de produtos florestais, a quantificação de material combustível em relação ao potencial de incêndio de uma floresta e outras abordagens aumentam a importância dos estudos de biomassa (PHILIP, 1994). Um dos aspectos mais relevantes nos estudos de fixação de carbono em florestas é a variável biomassa, para Sanquetta (2002) precisa ser determinada e estimada de forma fidedigna, caso contrário não haverá consistência na quantificação do carbono fixado nos ecossistemas florestais.

Guedes et al. (2001) afirmam que a biomassa ( $\text{kg m}^{-2}$ ) é um indicador de produtividade ( $\text{kg m}^{-2} \text{ano}^{-1}$ ) de um sítio, variando com a precipitação, a temperatura, a latitude e a altitude. Para Martinelli (1994), biomassa é a quantidade expressa em massa do material vegetal disponível em uma floresta, sendo que os componentes de biomassa geralmente estimados são a biomassa viva horizontal acima do solo, composta de árvores e arbustos, a biomassa morta acima do solo, composta pela serapilheira e troncos caídos, e a biomassa abaixo do solo, composta pelas raízes. A biomassa total é dada pela soma de todos esses componentes. Segundo Ketterings et al. (2001), a estimativa de biomassa acima do solo é imprescindível aos estudos do balanço global de carbono.

As metodologias usadas atualmente para obter estimativas de biomassa em áreas florestais são baseadas, principalmente, em dados de inventário florestal, empregando-se fatores e equações de biomassa que transformam dados de diâmetro, altura ou volume em tais estimativas (SOMOGYI et al., 2006). Na maioria dos casos é necessária uma amostragem destrutiva para a estimativa correta de biomassa. Normalmente a biomassa arbórea é medida a partir de seus componentes. A separação e especificação desses componentes variam de acordo com o tipo de povoamento e os objetivos a serem alcançados. Essa variação pode incluir ou excluir alguns componentes específicos, tais como flores e frutos, ou detalhar outros, como raízes e ramos, subdividindo em raízes finas e raízes grossas, ramos com idades e espessuras diferentes (CAMPOS, 2001).

Higuchi et al. (2004) afirmam que a estimativa de estoque de carbono pode ser obtida pelo produto da biomassa florestal pela concentração de carbono. Somogyi et al. (2006) afirmam que vários fatores devem ser usados em estimativas de biomassa, dependendo dos dados disponíveis (árvores ou talhões) e da estimativa desejada. Em casos mais simples e quando são utilizados dados de densidade da madeira, utiliza-se somente um fator de conversão.

Higuchi et al. (1998) citam que modelos de equações alométricas, com apenas uma variável independente (DAP) apresentaram resultados tão consistentes quanto aos modelos que utilizavam também a altura (H).

A metodologia padrão utilizada atualmente para se fazer estas mensurações baseia-se em dados de inventário florestal. Com esses dados podem-se determinar relações alométricas que utilizam variáveis como fator de expansão de biomassa e densidade média de carbono por espécie ou por tipo florestal, que convertem volume de madeira em biomassa e posteriormente em carbono (LINDER; KARJALAINEN, 2007).

Segundo Ketterings et al. (2001) a estimativa de biomassa acima do solo é imprescindível aos estudos do balanço global de carbono. Para Higuchi et al. (1998) as estimativas de biomassa representam um importante indicador para monitorar e avaliar a exportação de nutrientes após exploração florestal, na busca de minimizar os impactos ambientais gerados por essa atividade.

Russo (1983) relaciona seis fatores que afetam a biomassa e a produtividade: a idade do povoamento, a variabilidade genética, a nutrição, a altitude, a umidade do solo e os desbastes. O total de biomassa acima do solo também varia por região geográfica, tipo de região, tipo florestal, estrutura florestal e grau de distúrbio da floresta (BROWN; GILLESPIE; LUGO, 1989). Segundo Spurr e Barnes (1986), existe uma relação entre biomassa e produtividade primária, conhecida como acúmulo de biomassa. Essa relação é geralmente baixa em florestas jovens de rápido crescimento, e superior onde requer mais energia para manter o alto estoque de biomassa existente.

Na maioria dos casos, é necessária uma amostragem destrutiva para a estimativa correta de biomassa. Usualmente, a biomassa arbórea é medida a partir de seus componentes. A separação e especificação variam com o tipo de povoamento e os objetivos a serem alcançados. Essa variação pode incluir ou excluir alguns componentes específicos, tais como flores e frutos, ou detalhar outros, como raízes e ramos, subdividindo-os em raízes finas e raízes grossas, ramos com idades e espessuras diferentes (CAMPOS, 1991).

Para Higuchi e Carvalho Júnior (1994), os estudos para quantificação de biomassa florestal dividem-se em métodos diretos (ou determinação) e métodos indiretos (ou estimativas). Determinação significa uma medição real feita diretamente na biomassa, por exemplo, a pesagem de um fuste inteiro por meio de um dinamômetro ou uma balança. Todas as árvores de uma determinada parcela são derrubadas e pesadas, sendo feita em seguida a extrapolação da avaliação amostrada para a área total de interesse. A estimativa de biomassa aérea pelo método indireto



consiste em correlacioná-la com alguma variável de fácil obtenção e que não requeira a destruição do material vegetal. As estimativas podem ser feitas por meio de relações quantitativas ou matemáticas, como razões ou regressões de dados provenientes de inventários florestais (diâmetro altura do peito - dap, altura e volume), por dados de sensoriamento remoto (imagens de satélite) e utilizando-se uma base de dados em um sistema de informação geográfica (GIS).

Para Brown; Gillespie; Lugo (1989), os métodos diretos fornecem estimativas muito polêmicas, em relação as estimativas serem baseadas em dados de poucas parcelas, pequenas e por conseguinte, com poucas árvores grandes, além de serem freqüentemente tendenciosas na seleção. Essa tendenciosidade ocorre devido à determinação da biomassa ser trabalhosa, sendo os trabalhos extremamente pesados e monótonos, o que leva o pesquisador a escolher sempre aquilo que julga ser mais representativo, e também em função de serem poucas as chances de se repetir o trabalho, tendendo por isso a se escolher um sítio mais denso, mais homogêneo e mais fácil de trabalhar. Por essas razões, as estimativas baseadas em métodos diretos tendem a ser sempre subestimadas.

Higuchi; Carvalho Júnior (1994) e Fearnside (1991) contestam afirmando que ao observarem que os métodos baseados em inventários florestais são menos tendenciosos, mas suas estimativas, por outro lado, ficam muito aquém de todos os valores já obtidos por meio dos métodos diretos. Melhorar a estimativa da biomassa de florestas tropicais requer uma ampla base de dados, salienta Santos (1996). O autor acredita que as estimativas da biomassa com base em inventários de volume de florestas melhorem as estimativas de biomassa total acima do solo, porque os dados de volume de inventário florestal são mais abundantes e são, geralmente, coletados em áreas amostrais grandes, com o uso de um método de amostragem planejado, desenvolvido para representar a população de interesse.

### **3. Material e Métodos**

#### **3.1. Caracterização da área de estudo**

##### **3.1.1. Fragmento Florestal UFAM**

O fragmento florestal da Universidade Federal do Amazonas (Ufam) cercado por bairros das zonas Sul e Leste, e pelo distrito industrial, sofre constante pressão da expansão de bairros residenciais e da instalação de novas empresas. A riqueza do fragmento florestal da Ufam se dá pela presença de animais, árvores e nascentes de igarapés. Algumas das espécies comumente vistas na área são Cumarus, Pau-rosas e Buritizeiros e, raramente, Tanimbuca, Copaíba e Andiroba (RIBEIRO et al., 1999)..

O fragmento florestal da UFAM apresenta clima do tipo equatorial úmido, com temperatura média anual de 26,7° C. A umidade relativa média do ar é de 80% e a média de precipitação anual é de 2.286 mm. Há alternância de uma estação úmida chuvosa, de novembro a maio, e de uma estação seca, de junho a outubro. A vegetação é do tipo tropical densa, sendo denominada floresta de “terra firme”, uma vez que não é inundada pela cheia dos rios (RIBEIRO et al., 1999).

A proposta inicial do projeto tinha como área de floresta primária, a Fazenda Experimental da UFAM – (FAEX/UFAM), porém, por conta de dificuldades de logística e de operação no auxílio de campo para a instalação e execução do inventário florestal, não foi possível realizar a coleta dos dados na FAEXP. Dessa forma, optou-se por trabalhar com dados coletados em uma área adjacente a FAEXP, em áreas pertencentes ao INPA, mais precisamente em áreas de floresta primária intacta da Estação Experimental de Manejo Florestal do INPA, conhecida como ZF-2. Essas informações foram fornecidas pelo Laboratório de Manejo Florestal do INPA (LMF/INPA) e os dados obtidos foram coletados no ano de 2014, utilizando-se da mesma metodologia implantada no fragmento florestal urbano da UFAM (Figura 1).

##### **3.1.2. Estação Experimental de Manejo Florestal do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - ZF-2**

A área de estudo fica localizada em terras da Estação Experimental de Manejo Florestal do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (EEST/INPA), no Distrito Agropecuário da Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA, no quilômetro 45 da BR-174. O solo do local, segundo Ranzani (1980) é Latossolo amarelo de textura argilosa. Segundo ainda o mesmo autor, a S-8 se caracteriza pela presença de platôs típicos com diâmetros médios de 500 m. O clima é quente e úmido com precipitações elevadas que tendem a compensar a existência de uma estação

seca, embora não acentuada; tipo climático é Am na classificação de Köppen (Ranzani, 1980). A precipitação média anual é de 2.500 mm. A temperatura média anual é de 26,7 °C.



Figura 1. Localização das áreas de estudo com os respectivos pontos de amostragem desse estudo (1) Estação experimental de Manejo Florestal – INPA; (2) Fazenda Experimental da UFAM e (3) Fragmento Florestal urbano da UFAM.

## 3.2. Coleta e Análise de Dados

### 3.2.1. Pontos de Amostragem

A metodologia para o inventário florestal é baseada em referências clássicas como Husch et al., (1972), Loestsch et al., (1973) e Cochran (1977). O inventário florestal foi realizado com base na amostragem aleatória restrita, com 16 unidades secundárias considerando a distância da margem da floresta e floresta natural contínua (sem intervenções como derrubada e/ou queima). No total foram inventariados 3,2 ha.

As unidades amostrais ou parcelas são dispostas em forma de cruz (Figura 2). Cada unidade amostral tem 0,4 ha ou 4.000 m<sup>2</sup> e é formada por quatro sub parcelas com 0,1 ha ou 1000 m<sup>2</sup> cada uma (20 x 50 m), de acordo com Oliveira et al. (2014).

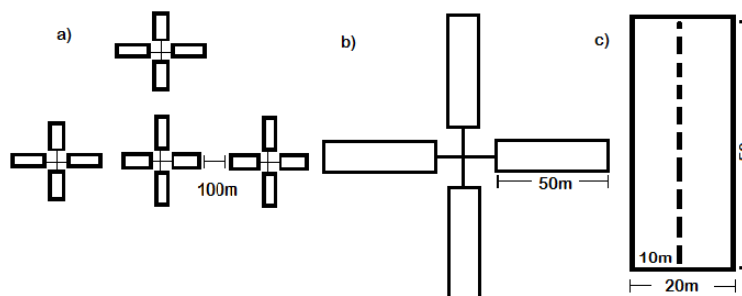


Figura 2. Croqui das parcelas em arranjo de conglomerados. Na primeira imagem a letra a) mostra a disposição das unidades amostrais, a letra b) mostra as 4 subunidades retangulares, e a letra c) mostra o espaçamento das subamostras.

### 3.2.2. Equipe, Materiais Necessários e Coleta de Dados.

Para a efetivação do trabalho na parcela permanente, a equipe é composta de seis (6) integrantes com suas respectivas funções para a realização da coleta de dados e medição das parcelas. Os materiais utilizados na etapa de coleta de dados são: Ficha de campo, lapiseira, bússola, GPS, trenas de 30 m e 10 m, tintas com cores contrastantes, terçado, plaquinhas de alumínio, fitas coloridas, fita de nylon e tesoura,

Os critérios para inclusão das árvores no procedimento da coleta dos dados e obtenção dos parâmetros necessários são fustes com DAP  $\geq 10$  cm; árvores mensuráveis com plaquetas de identificação; Indivíduos da regeneração natural; árvore cuja base do tronco esteja dentro da parcela, e árvores inclinadas, caídas, danificadas e mortas.

### 3.3. Análise dos Dados

Parte da composição florística foi analisada por meio da distribuição dos indivíduos em espécies, gêneros e famílias botânicas que ocorrem na área e sua variação no decorrer do período.

A diversidade florística foi analisada a partir do índice de diversidade florística de Shannon-Weaver ( $H'$ ), que expressa a diversidade de espécies nas diferentes comunidades vegetais, calculada com base no número de indivíduos de cada espécie e no total de indivíduos amostrados na população (BROWER e ZAR, 1984).

Para uma análise detalhada da floresta, foi utilizada a estrutura horizontal que indica o Índice de Valor de Importância (IVI), usando como base os índices de abundância que determinam a participação quantitativa das diferentes espécies no povoamento, a dominância que indica o potencial produtivo da floresta e define a expressão da área transversal ( $g$ ) de cada indivíduo por espécie (MULLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974), sendo calculada mediante a área basal dos troncos a 1,30 m do solo, pela alta correlação entre o diâmetro do tronco e o diâmetro da copa e a frequência que expressa a porcentagem das amostras em que a espécie ocorre, o grau de uniformidade de distribuição da vegetação.

Os parâmetros dendrométricos estimados foram: número de indivíduos, área basal, volume do tronco com casca ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ), biomassa fresca acima do nível do solo ( $t \cdot ha^{-1}$ ) e carbono ( $t \cdot ha^{-1}$ ). As estimativas serão apresentadas em função dos indivíduos por hectare e por classe diamétrica.

Para o cálculo do Índice de Importância (INDI), a partir das informações obtidas do povoamento, foi utilizada uma adaptação da expressão aplicada por Araújo (2006) e Pinto (2008), que utilizam o valor percentual pela média aritmética simples dos percentuais de cada espécie: para densidade de indivíduos arbóreos, dominância, frequência, biomassa, volume, e estoque de carbono, conforme a equação abaixo.

$$INDI = \frac{\left( \left( \frac{DAi}{DT} \right) * 100 \right) + \left( \left( \frac{DoAi}{GT} \right) * 100 \right) + \left( \left( \frac{FAi}{FT} \right) * 100 \right) + \left( \left( \frac{VoAi}{VT} \right) * 100 \right) + \left( \left( \frac{BoAi}{BT} \right) * 100 \right) + \left( \left( \frac{CAi}{CT} \right) * 100 \right)}{6}$$

Onde, INDI – Índice de importância da  $i$ -ésima espécie, em percentual; DAi – Número total de árvores da  $i$ -ésima espécie; DT – número total de árvores da área inventariada; DoAi – Área basal total das árvores da  $i$ -ésima espécie, em  $m^2$ ; GT – Área basal total das árvores da área inventariada, em  $m^2$ ; VoAi – Volume total das árvores da  $i$ -ésima espécie, em  $m^3$ ; VT – Volume total das árvores na área inventariada em  $m^3$ ; BoAi – Biomassa aérea total das árvores da  $i$ -ésima espécie, em  $t$ ; BT – Biomassa aérea total das árvores na área inventariada em  $t$ ; CAi - Carbono total das árvores da  $i$ -ésima espécie, em  $t$ ; e; CT - Carbono total das árvores na área inventariada.

A análise dos dados coletados teve como referência os procedimentos técnicos adotados nos inventários florestais realizados na Amazônia. Após a digitação dos dados das variáveis observadas e mensuradas na fase de campo, foi organizada uma

planilha eletrônica para a correção e refinamento dos dados. No relatório final são apresentados os resultados das médias das variáveis dendrométricas de cada amostra comparadas por meio da Análise de Variância, realizadas por meio de software de pacote estatístico.

## **4. Resultados e Discussão**

### **4.1. Composição Florística**

No inventário florístico realizado na área pertencente ao fragmento florestal da Universidade Federal do Amazonas – UFAM (1,6 ha amostrados, 16 parcelas), foram identificadas 150 espécies, pertencentes a 40 famílias botânicas, totalizando 744 indivíduos. O inventário florístico feito na Estação Experimental de Manejo Florestal – ZF-2 (1,6 ha amostrados, 16 parcelas) foram identificados 178 espécies, pertencentes a 46 famílias, totalizando 868 indivíduos (tabela em anexo – lista das espécies inventariadas). A identificação botânica nesse primeiro momento ficou a cargo de profissionais com vasta experiência na identificação de espécies arbóreas. As espécies que não foram identificadas, posteriormente, serão feitas coletas botânicas para a correta identificação botânica.

Em análises de estrutura e diversidade em florestas primárias no município de Manaus, Tello (1994), Jardim e Hosokawa (1986/87) e Oliveira (1997) encontraram em média 183 espécies florestais e 46 famílias em diversas comunidades vegetais, número similar aos deste estudo, concluindo que as florestas dessa região são heterogêneas e que o fragmento florestal apresenta um menor número de espécies e famílias, provavelmente devido à fragmentação florestal provocada pela densidade populacional da área.

### **4.2. Diversidade de Espécies**

A diversidade das espécies arbóreas, considerando todas as árvores com DAP  $\geq 10$  cm, obtida a partir do índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) foi de 4,45 para UFAM, e 4,65 para ZF-2. Os valores em ambos os casos indicam alta diversidade florística, típicos de florestas da região amazônica (Tello, 1995).

### **4.3. Estrutura Horizontal e Índice de Importância das Espécies**

No levantamento realizado nas 16 parcelas do fragmento da UFAM e na ZF-2 foram registrados em média, respectivamente, 47 e 54 indivíduos arbóreos por parcela.

O índice de importância das espécies (INDI) da UFAM para as cinco espécies mais importantes ecologicamente na estrutura florestal representam 16,92% (Tabela 1) sobre as demais espécies registradas para a área, sendo elas *Eschweilera coriaceae*, onde a variável mais importante foi dominância, *Helicostylis scabra*, *Eschweilera truncata*, *Protium apiculatum*, com maiores densidades e *Neea madeirana*, que foi mais frequente.

Da ZF-2, para as cinco espécies mais representativas (Tabela 2), são 18,77% do total. São elas: *Swartzia schomburgkii*, na qual a variável determinante foi dominância, *Pouteria freitasii*, com a variável determinante frequência, *Inga alba*, com a dominância, *Pouroma ovata*, e *Byrsonima duckeana* com densidade.

O gênero *Eschweilera*, representados nesse estudo pelas espécies *E. Coriaceae* e *E. Truncata*, são abundantes em florestas de terra firme, e encontrada em áreas sazonalmente inundadas de várzea e igapó (PIRES; PRANCE, 1977). A espécie *Eschweilera coriaceae*, considerada hiperdominante (Hans Ter Steege, 2013) possui indivíduos considerados alto (média de 37 m) e é amplamente distribuída na bacia Amazônica, com elevadas densidades. Seu fruto *pxidium*, de tamanho médio contém várias sementes largas, tem com maior facilidade de propagação, que atraem animais fugiveros (morcegos e pássaros), além de vertebrados (primatas e roedores) que podem espalhar as sementes (Prance e Mori, 1978).

O gênero *Pouteria*, representada pela espécie *P. freitasii*, ocorre em ambientes de platô, vertente e campinarana e tem sua distribuição no Panamá, nas Guianas, Amazônia e costa brasileira, ocorre em todos os ambientes e tem sua distribuição.

A espécie *Helicostylis scabra*, é uma árvore de estrato médio (15-25 metros de altura) de florestas de várzea baixa, várzea alta e terra firme, seu estágio sucessional é tardio. Tem distribuição ampla na Amazônia ocidental (Wittmann et al. 2010).

O INDI relativo da UFAM para as cinco famílias mais importantes representam 49,41% (Tabela 3), sendo em ordem decrescente Lecythidaceae, Fabaceae, Moraceae, determinadas pela dominância, Burseraceae e Myristicaceae, determinadas pela densidade.

Para a ZF-2, as cinco famílias mais representativas somam 48,64% do total (Tabela 4), as cinco famílias mais importantes foram em ordem decrescente Fabaceae, Sapotaceae, com maiores dominâncias, Lecythidaceae, com maior densidade, Moraceae e Euphorbiaceae, determinadas pela dominância.

A família Sapotaceae, segundo Ribeiro et al. (1999) apresenta ampla distribuição nas regiões tropicais americanas, aparecendo sempre com uma alta





Tabela 4. Estrutura horizontal e índice de importância (INDI) das principais famílias da ZF-2.

Família ZF-2	NI	DA(%)	DoR(%)	FAR(%)	VoR(%)	BoR(%)	CaR(%)	INDIR(%)
Fabaceae	144	16,59	27,14	5,33	27,13	26,47	26,47	21,52
Sapotaceae	87	10,02	10,04	4,67	10,04	10,08	10,08	9,15
Lecythidaceae	74	8,53	6,72	4,67	6,72	6,83	6,83	6,71
Moraceae	36	4,15	6,62	5,00	6,62	6,48	6,48	5,89
Euphorbiaceae	48	5,53	5,56	4,33	5,56	5,57	5,57	5,35
<b>Subtotal (5)</b>	<b>389</b>	<b>44,82</b>	<b>56,08</b>	<b>24,00</b>	<b>56,07</b>	<b>55,43</b>	<b>55,43</b>	<b>48,64</b>
<b>Outras (36)</b>	<b>479</b>	<b>55,18</b>	<b>43,92</b>	<b>76,00</b>	<b>43,93</b>	<b>44,57</b>	<b>44,57</b>	<b>51,36</b>
<b>Total (46)</b>	<b>868</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

#### 4.4. Volume

O volume relativo (VoR) das cinco espécies mais importantes na UFAM foram representados por 16,92% do volume total. As mais significativas em ordem decrescente foram: *Eschweilera coriacea*, *Helicostylis scabra*, *Eschweilera truncata*, *Scleronema micranthum*, e *Protium apiculatum*. As espécies mais importantes na ZF-2 foram equivalentes a 18,77% do total, sendo elas *Swartzia schomburgkii*, *Inga alba*, *Pouteria freitasii*, *Byrsonima duckeana* e *Pouroma ovata*.

Na área da UFAM, a E. coriacea teve maior volume, por ter alta densidade e dominância nas parcelas. Segundo Hans ter Steege et al. (2013), a *Eschweilera coriacea* foi classificada como dominante, em relação a frequência, na bacia Amazônica, escudo da Guiana, indicando que essa espécie é hiperdominante na Amazônia.

A espécie *Swartzia schomburgkii* teve o maior volume na área da ZF-2, com o menor número de indivíduos (10), sendo sua área basal muito significativa. *S. schomburgkii* abrange a Amazônia brasileira, em áreas de várzea e terra firme, árvore de estrato médio, com altura entre 15-20 metros (Torke e Schaal, 2008). As espécies *Inga alba*, *Pouteria freitasii*, *Byrsonima duckeana* e *Pouroma ovata*, tiveram um volume alto por terem densidade elevada nas parcelas.

O volume relativo das 5 famílias mais importantes da UFAM foram representadas por 53,46%, em ordem decrescente Lecythidaceae, Fabaceae, Moraceae, Myristicaceae e Sapotaceae. Na ZF-2 foram representadas por 56,07% do total, as cinco mais representativas foram em ordem decrescente Fabaceae, Sapotaceae, Lecythidaceae, Moraceae e Euphorbiaceae. O total de volume com casca na UFAM é de 398,69m<sup>3</sup> e na ZF-2 o volume é de 587,53m<sup>3</sup>.

#### 4.5. Biomassa e Estoque de Carbono

A biomassa relativa (BoR%) e o carbono relativo (CaR%) das cinco espécies mais importantes da UFAM tiveram resultados iguais a 17,14% da biomassa e estoque carbono total, foram *Eschweilera coriacea*, *Helicostylis scabra*, *Eschweilera truncata*, *Scleronema micranthum* e *Protium apiculatum*. Na ZF-2 a biomassa relativa e carbono

relativa das 10 espécies tiveram resultados iguais representativas 18,56%, sendo as cinco mais representativas *Swartzia schomburgkii*, *Inga alba*, *Pouteria freitasii*, *Byrsonima duckeana* e *Pouroma ovata*.

A biomassa relativa e o estoque relativo das cinco famílias mais importantes da UFAM tiveram a soma de 53,42%, sendo as cinco mais importantes Lecythydaceae, Fabaceae, Moraceae, Myristicaceae e Burseraceae. Na ZF-2 tiveram a soma de 55,43%, sendo as cinco mais importantes Fabaceae, Sapotaceae, Lecythydaceae, Moraceae, e Euphorbiaceae.

Biomassa de peso seco da UFAM é de 347,7 toneladas, e o da ZF-2 é de 503,99 toneladas. Estudos de Higuchi et al. (1998) apresentaram valores em dois transectos na região da bacia do Rio Cuieiras (Manaus/AM), o volume médio encontrado para a floresta foi de 430,5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Nesta mesma área de estudo, Teixeira et al. (2007) encontraram valores inferiores, de 323,97 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> para o ano 2000 e 346,38 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> para o ano de 2004.

O estoque de carbono em toneladas da UFAM é de 168,64 toneladas, e da ZF-2 é de 244,43 toneladas. Higuchi et al. (2004), estudando uma floresta primária na região de Manaus (AM), concluíram que a floresta sequestra carbono a uma taxa de 1,2 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, devido principalmente ao crescimento individual das árvores armazenadas dentro do sistema, compensando as perdas causadas pela mortalidade natural.

#### **4.6. Classe Diamétrica**

Analisando a distribuição dos indivíduos por classe de diâmetro nas áreas do Campus Ufam e ZF-2 (Figura 3), a maior densidade se encontra no intervalo de 10 cm à 20 cm, com 495 e 533 indivíduos respectivamente, seguido de 20 cm à 30 cm, com 150 e 194 indivíduos, 30 cm à 40 cm com 59 e 81 indivíduos, decrescendo bastante em 40cm á 50cm com 21 e 29 indivíduos e nas classes posteriores.

O gráfico mostra uma distribuição diamétrica decrescente, típica de floresta tropical (J-invertido), proposta por Liocourt em 1898 (Barros, 1980). Hough (1932) e Leak (1964) afirma que a forma de J invertido é característica de florestas multiâneas, onde número de árvores por unidade de área das florestas tropicais apresenta um grande número de indivíduos nas classes inferiores, com progressiva diminuição à média que o diâmetro aumenta.

Segundo Swaine et al (1987), em um mesmo sítio, as diferenças no crescimento estão relacionadas com as condições de recebimento de luz (radiação) pelas copas e com o grau de tolerância à luz pela espécie; desta forma, as árvores

que recebem mais luz crescem mais, e as plântulas suprimidas no sub-bosque sobrevivem por muito tempo, sendo observado diferenças no crescimento de acordo com os grupos de espécies (Hubbell & Foster, 1987).

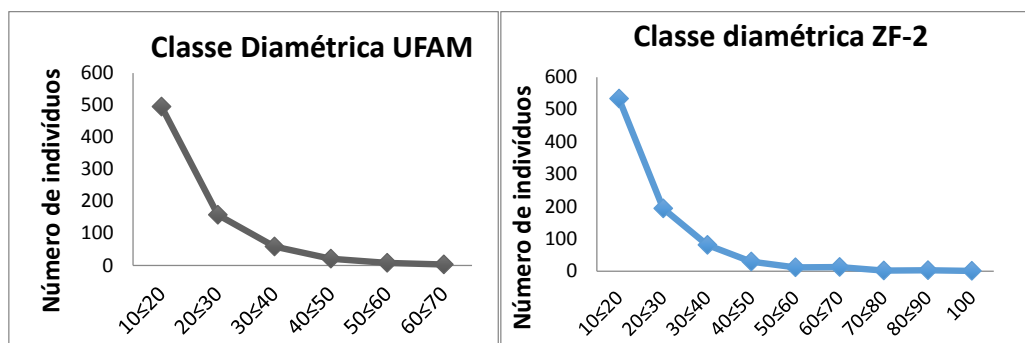


Figura 3. Distribuição diamétrica dos indivíduos inventariados no fragmento florestal da Universidade Federal do Amazonas e na Estação Experimental do INPA ZF-2.

#### 4.6. Análise Estatística

Foi realizada análise de variância (ANOVA), para verificar se haviam diferenças estatísticas entre os locais aplicados e as parcelas em relação às variáveis dendrométricas analisadas. As tabelas 5, 6 e 7 apresentam os resultados da análise de variância para o volume, biomassa e carbono.

Tabela 5. Resultado da análise de variância (ANOVA) para a variável dendrométrica volume em relação ao local e as parcelas.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	P
Local	1	1.114,398	1.114,398	21,116	0,000
Parc	3	92,429	30,810	0,584	0,631
Local*Parc	3	307,162	102,387	1,940	0,150
Erro	24	1.266,581	52,774		

Tabela 6. Resultado da análise de variância (ANOVA) para a variável dendrométrica biomassa em relação ao local e as parcelas.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	P
Local	1	2.177,878	2.177,878	21,174	0,000
Parc	3	215,139	71,713	0,697	0,563
Local*Parc	3	598,317	199,439	1,939	0,150
Erro	24	2.468,511	102,855		

Tabela 7. Resultado da análise de variância (ANOVA) para a variável dendrométrica carbono em relação ao local e as parcelas.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	P
Local	1	179,540	179,540	21,174	0,000
Parc	3	17,736	5,912	0,697	0,563
Local*Parc	3	49,324	16,441	1,939	0,150
Erro	24	203,499	8,479		

Aplicando a análise de variância (ANOVA) para as variáveis em questão entre os diferentes locais em suas respectivas parcelas, pode-se verificar que houve diferença estatística entre o local e as variáveis dendrométricas, volume ( $p < 0,01$ ) com ( $p = 0,000$ ), biomassa ( $p < 0,01$ ) com ( $p = 0,000$ ) e carbono ( $p < 0,01$ ) com ( $p = 0,000$ ). Portanto pode-se inferir que sob o ponto de vista estatístico esses locais são estatisticamente diferentes para análise desses parâmetros. Esses resultados indicam que a tipologia florestal das comunidades avaliadas apresentam diferenças entre a estrutura das florestas em questão. Isso ficou evidente durante a discussão dos resultados na análise da estrutura das duas florestas.

## **5. Conclusão**

Os resultados obtidos neste estudo comprovam uma grande variação na composição e estrutura das florestas dessa região, sendo consideradas heterogêneas. O índice de diversidade obtido nas duas áreas de floresta permite classificá-las com alta diversidade florística, típicos de florestas da região amazônica.

Em relação à análise estrutura horizontal permitem definir e ordenar a importância ecológica das espécies e famílias nesses ecossistemas. O fragmento florestal apresenta um menor número de espécies e famílias em comparação com a floresta madura, provavelmente devido à fragmentação florestal provocada pela densidade populacional da área.

A análise estatística entre os locais e as variáveis dendrométricas, demonstraram que o volume, biomassa e carbono tiveram resultados que apontam que a tipologia florestal das comunidades avaliadas apresentam diferenças significativas entre a estrutura das florestas em questão, indicando que o isolamento da floresta, os fatores externos que compõem o fragmento florestal exercem influência na estrutura da floresta.

## 6. Referências Bibliográficas

BAKER TR, PHILLIPS OL, MALHI Y et al. ***Increasing biomass in Amazonian forest plots***. Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences, 359, 353–365. 2004.

BROWER, J.E. & ZAR, J.H. ***Field & laboratory methods for general ecology***. 2 ed. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa, 226p. 1984.

BROWN, S.; GILLESPIE, A. J. R.; LUGO, A. E. ***Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data***. Forest Science, Lawrence, v. 35, p. 881-902, 1989.

CAMPOS, C. P. de. ***A conservação das florestas no Brasil, mudança do clima e o mecanismo de desenvolvimento limpo no Protocolo de Quioto***. 169 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Estratégico). Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

CHAMBERS, J.Q., SANTOS, J. DOS, RIBEIRO, R.J., HIGUCHI, N. ***Tree damage, allometric relationships and above-ground in central Amazon forest***. *Forest Ecology and Managements*, 152: 73-84. 2001.

CHAVE J, ANDALO C, BROWN S et al. ***Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests***. *Oecologia*, 145, 87–99. 2005.

CHAVE, J. RIÉRA, B.; DUBOIS, M.. ***Estimation of biomass in a neotropical forest of French Guiana: spatial and temporal variability***. *Journal of Tropical Ecology*, 17: 79-96. 2001

CHAVE, J.; CONDIT, R.; AGUILAR, S. HERNANDEZ, A.; LAO. S.; PEREZ, R. ***Error propagation and Scaling For Tropical Forest Biomass Estimates***. *Philos Trans Royal Soc B*. 359:409-420. 2004.

CLARK, D. A.. ***Sources or sinks? The responses of tropical forests to current and future climate and atmospheric composition***. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B, 359: 477-491. 2004

GUEDES, B.; ARGOLA, J.; PUNÁ, N; MICHONGA, E.; MONTEIRO, J. ***Estudo da biomassa florestal numa floresta aberta de miombo no distrito de Bárué, Manica***.

Moçambique: Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, 2001. pt. 2. Relatório das actividades. 2001.

HANS TER STEEGE *et al.* **Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora.** *Science* 342, 1243092. DOI: 10.1126/science.1243092. 2013.

HIGUCHI, N. SANTOS, J. VIEIRA G., RIBEIRO R.J., SAKURAI, . ISHIZUKA, M. SAKAI, T. TANAKA N. SAITO S. **Análise estrutural da floresta primária da bacia do rio Cuieiras, ZF-2.** Manaus-AM, Brasil. 2004.

HIGUCHI, N.; CARVALHO JÚNIOR, J.A. **Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia.** In: SEMINÁRIO EMISSÃO x SEQUESTRO DE CO<sub>2</sub> – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, Rio de Janeiro, 1994. Anais. Rio de Janeiro: CVRD, p.125-145 1994.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; VIEIRA, G.; RIBEIRO, R.J.; SAKURAI, S.; ISHIZUKA, M.; SAKAI, T.; TANAKA, N.; SAITO, S. **Análise estrutural da floresta primária da bacia do rio cuieiras, ZF-2,** Manaus-Am, Brasil. In: HIGUCHI, N.; CAMPOS, M.A.A.; SAMPAIO, P.T.B.; SANTOS, J. DOS. (eds.). *Pesquisas Florestais para a conservação da floresta e reabilitação de áreas degradadas da Amazônia.* Manaus: INPA, p. 52-81. 1998.

KETTERINGS, Q.M.; COE, R.; NOORDWIJK, M. VAN.; AMBAGAU, Y.; PALM, C.A. **Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests.** *Forest Ecology and Management*, 146: 199-209. 2001.

LINDNER, M.; KARJALAINEN, T. **Carbon inventory methods and carbon mitigation potentials of forests in Europe: a short review of recent progress.** *Europe Journal Forest Research.* 126: 149-156, 2007.

MARTINELLI, L. A.; MOREIRA, M. Z.; BROWN, I. F.; VICTORIA, R. L. **Incertezas associadas às estimativas de biomassa em florestas tropicais.** Seminário Emissão X Sequestro de CO<sub>2</sub> – Uma Nova Oportunidade de Negócios para o Brasil, Rio De Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: CURD, p. 197-221. 1994.

MUELLER-DOMBOIS, Dieter. & Heinz ELLENBERG. **Aims and Methods of Vegetation Ecology.** Wiley, New York, 1974.

OLIVEIRA, A.N., I.L.AMARAL, M.B.P. RAMOS, A.D.NOBRE, L.B. COUTO & R.M.SAHDOR. **Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na Amazonia Central, Amazonas, Brasil.** Acta Amaz. 38: 627-642. 2008.

PINTO, A.C.M. **Dinâmica de uma floresta de terra firma manejada experimentalmente na região de Manaus( AM).** Tese de Doutorado. INPA/UFAM, Manaus.2008.

PIRES, J.M.; PRANCE, G.T. **The Amazon forest: a natural heritage to be preserved.** In: PRANCE, G.T.; ELIAS, T.S. Extinction is forever: the status of threatened and endangered plants of the Americas. New York: New York Botanical Garden, p.158-194. 1977.

RIBEIRO, J.E.L.S. HOPINS, M.J.G. VICENTINI, A. SOTHERS, C.A., COSTA, M.A.S. BRITO, J.M. SOUZA, M.A.D. MARTINS, L.H.P. LOHMANN, L.G. ASSUNÇÃO, PA.CL. PEREIRA, E.C. SILVA, C.F. MESQUITA, M.R. PROCÓPIO L.C., **Flora da Reserva Ducke: guia de identificação de plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central.** Manaus. INPA. 816p. 1999.

RUSSO, R. O. **Mediciones de biomassa em sistemas agroflorestales.** Turrialba: CATIE, 27 p. 1983.

SAATCHI, S. S.; HOUGHTON, R. A.; ALVALÁ, R. C. S.; SOARES, J. V.; YU, Y.. **Distribution of aboveground live biomass in the Amazon basin.** Global Change Biology, 13: 816-837. 2007

SANQUETTA, C. R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R. et al. (Eds.). **As florestas e o carbono.** Curitiba: [s.n.], , p. 119-140. 2002.

SILVA, J.N.M. **The behavior of the tropical rain Forest of the brazilian amazon after logging.** Tese (Ph.D.) Oxford University. Oxford. England. 315 p. 1989.

SILVA, R.P. **Alometria, estoque e dinâmica da biomassa de florestas primárias e secundárias na região de Manaus (AM).** Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade Federal do Amazonas. 147 p. il. 2007.



SOMOGYI, Z.; CIENCIALA, E.; MÄKIPÄÄ, R.; MUUKKONEN, P.; LEHTONEN, A.; WEISS, P. **Indirect methods of large forest biomass estimation**. Europe Journal Forest Research, February, 2006.

STEEGE, H T. et al., **Continental-scale patterns of canopy tree composition and function across Amazonia**. Nature, London, v. 443, p. 444- 447, set. 2006.

TELLO, J.C.R. **Aspectos fitossociológicos das comunidades vegetais de uma toposseqüência da Reserva Florestal Ducke do INPA**. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 1995.

LIMA FILHO, D.A., MATOS, F.D.A., AMARAL, I.L., REVILLA, J., COELHO, L.S., RAMOS, J.F., SANTOS, J.L., **Inventário florístico de floresta ombrófila densa de terra firme, na região do Rio Urucu-Amazonas, Brasil**. Acta Amazonica 31, 565-579. 2001.

SWAINE, M.D.; LIEBERMAN, D.; PUTZ, F.E.. **The dynamics of trees popuations in tropical forest: a review**. Journal of Tropical Ecology. 3:359-366.1987.

JARDIM, F.C. DA S.; HOSOKAWA, R.T. **Estrutura da floresta equatorial úmida da estação experimental de Silvicultura tropical do INPA**. Acta Amazonina, 16/17(n ÚNICO); 411-508.1986/87.

HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B. **La estructura especial en gran escala de um bosque Neotropical**. Ver. Trop., 35 (Supl. 1): 7-22. 1987.

BARROS, P.L.C. **Estudos das distribuições diamétricas da floresta do Planalto Tapajós – Pará**. Dissertação de Mestrado.UFPr.123p.1980.

RANZANI, G. **Identificação e caracterização de algumas solos da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA**. Acta Amazonica, 10(1):7-41.1980.

SANTOS, J. **Análise de odelos de regressão para ensinar a fitomassa da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira**. Doctor's Thesis, Universidade de Viçosa. Viçosa-MG.120p.1996.

HOUGHTON, R.A.; SKOLE, D.L.; NOBRE, C.A.; HACKER, J.L.; LAWRENCE,K.T.; CHOMENTOWSKI,W.H. **Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon**. Nature, 403:301-304.2000.

WITTMANN, F., et al. **Manual de árvores de várzea da Amazônia Central: taxonomia, ecologia e uso/ Manual of trees from Central Amazonian várzea floodplains: taxonomy, ecology and use.** Ed INPA. Manaus, 2010.

SPURR, S. H.; BARNES, B. V. **Ecologia forestal.** Mexico: AGT. 690 p. 1986.

LEAK, W. B. **The J-shaped probability distribution.** For. Sci. 11:405-409. 1965.

Hough, A. F. **Some diameter distributions in forest stands of northwestern Pennsylvania.** J. For. 30:933-943. 1932.

CAMPOS, M. A. A. **Balço de biomassa e nutrientes em povoamentos de Ilex paraguariensis. Avaliação na safra e na safrinha.** Curitiba: UFPR, 1991. 106 p. Dissertação (Mestrado), 1991.



## 7. Anexos

### 7.1. Lista de espécies inventariadas

Lista provisória de espécies arbóreas inventariadas em 3,2 ha nas parcelas do Mini-Campus, na Universidade Federal do Amazonas, e da Estação e Estação Experimental de Manejo Florestal – ZF-2, classificadas por nome vulgar, nome científico e família.

Número	Nome Comum	Nome Científico	Família
1	Abiurana	<i>Pouteria Freitasii</i>	Sapotaceae
2	Abiurana Abiu	<i>Pouteria Petiolata</i>	Sapotaceae
3	Abiurana Bacuri	<i>Ecclinusa Guianensis</i>	Sapotaceae
4	Abiurana Branca	<i>Micropholis Venulosa</i>	Sapotaceae
5	Abiurana Casca Doce	<i>Pradosia Cochlearia</i>	Sapotaceae
6	Abiurana Casca Fina	<i>Pouteria Durlandii</i>	Sapotaceae
7	Abiurana Cascuda	<i>Pouteria Reticulata</i>	Sapotaceae
8	Abiurana Cauliflora	<i>Pouteria Sp.</i>	Sapotaceae
9	Abiurana De Guariba	<i>Ecclinusa Ramiflora</i>	Sapotaceae
10	Abiurana Leite Amarelo	<i>Micropholis Sp.</i>	Sapotaceae
11	Abiurana Roxa	<i>Pouteria Peruviansis</i>	Sapotaceae
12	Abiurana Vermelha	<i>Pouteria Caimito</i>	Sapotaceae
13	Acariquara Branca	<i>Geissospermum Argenteum</i>	Apocynaceae
14	Acariquara Roxa	<i>Minuartia Guianensis</i>	Olacaceae
15	Achicha	<i>Sterculia Duckeana</i>	Malvaceae
16	Acoita Cavalo	<i>Luehea Grandiflora</i>	Tiliaceae
17	Angelim Rajado	<i>Zygia Racemosa</i>	Fabaceae
18	Apui Mata Pau	<i>Ficus Sp.</i>	Moraceae
19	Araba Roxo	<i>Swartzia Reticulata</i>	Fabaceae
20	Araba Vermelho	<i>Swartzia Schomburgkii</i>	Fabaceae
21	Araca Bravo	<i>Calyptanthes Creba</i>	Myrtaceae
22	Arara Seringa	Não Identificada 6	Euphorbiaceae
23	Araueiria	<i>Conceveiba Martiana</i>	Euphorbiaceae
24	Arura Vermelho	<i>Iryanthera Paraensis</i>	Myristicaceae
25	Bacuri	<i>Garcinia Madruno</i>	Clusiaceae
26	Balatinha	<i>Pouteria Retinervis</i>	Sapotaceae
27	Branquinha	<i>Rinorea Racemosa</i>	Violaceae
28	Breu	<i>Protium Elegans</i>	Burseraceae
29	Breu	<i>Protium Hebetatum</i>	Burseraceae
30	Breu	<i>Protium Sp.</i>	Burseraceae
31	Breu Branco	<i>Protium Altsonii</i>	Burseraceae
32	Breu De Leite	<i>Protium Subserratum</i>	Burseraceae
33	Breu Manga	<i>Trattinnickia Burserifolia</i>	Burseraceae
34	Breu Po Branco	<i>Protium Sp.</i>	Burseraceae
35	Breu Sucuruba	<i>Protium Robustum</i>	Burseraceae
36	Breu Vermelho	<i>Protium Apiculatum</i>	Burseraceae
37	Buchichu Canela De Velho	<i>Miconia Lepidota</i>	Melastomataceae
38	Cacai	<i>Theobroma Sp.</i>	Sterculiaceae
39	Cafe Bravo	<i>Duroia Gransabanensis</i>	Rubiaceae
40	Caju Açú	<i>Anacardium Excelsum</i>	Anacardiaceae
41	Cajui Folha Grande	<i>Anacardium Sp.</i>	Anacardiaceae
42	Capitiu Folha Grande	Não Identificada 15	Siparunaceae
43	Caqui	<i>Diospyrus Guianensis</i>	Ebenaceae
44	Caqui	<i>Diospyrus Sp.</i>	Ebenaceae
45	Caraipe	<i>Licania Octandra</i>	Chrysobalanaceae
46	Caraiperana	<i>Couepia Sp.</i>	Chrysobalanaceae
47	Carapanauba Amarela	<i>Aspidosperma Sp.</i>	Apocynaceae
48	Cardeiro	<i>Scleronema Micranthum</i>	Malvaceae
49	Caroba	<i>Jacaranda Copaia</i>	Bignoniaceae

<b>Número</b>	<b>Nome Comum</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Família</b>
50	Castanha De Cotia	<i>Casearia Javitensis</i>	Olacaceae
51	Castanha De Galinha	<i>Couepia Longipendula</i>	Chrysobalanaceae
52	Castanha Jacare	<i>Corythophora Rimosa</i>	Lecythydaceae
53	Castanha Jarana	<i>Lecythis Parvifructa</i>	Lecythydaceae
54	Castanha Sapucaia	<i>Lecythis Zabucajo</i>	Lecythydaceae
55	Chiclete Bravo	<i>Micropholis Guianensis</i>	Sapotaceae
56	Chico De Assis	<i>Osteophloeum Platyspermum</i>	Myristicaceae
57	Coracao De Negro	<i>Dipteryx Punctata</i>	Fabaceae
58	Coracao De Negro	<i>Swartzia Corrugata</i>	Fabaceae
59	Cumarurana	<i>Dipteryx Magnifica</i>	Fabaceae
60	Cupania	<i>Cupania Sp.</i>	Polygonaceae
61	Cupiuba	<i>Goupia Glabra</i>	Goupiaceae
62	Dima	<i>Croton Lanjouwensis</i>	Euphorbiaceae
63	Embauba Bengue	<i>Pouroma Guianense</i>	Urticaceae
64	Embaubarana	<i>Pouroma Ovata</i>	Urticaceae
65	Envira Amarela	<i>Duquetia Pycnastera</i>	Annonaceae
66	Envira Bobo	<i>Rollinia Insignis</i>	Annonaceae
67	Envira Fofa	<i>Guatteria Scytophylla</i>	Annonaceae
68	Envira Pente De Macacao	<i>Apeiba Echinata</i>	Malvaceae
69	Envira Preta	<i>Guatteria Discolor</i>	Annonaceae
70	Envira Preta	<i>Guatteria Olivacea</i>	Annonaceae
71	Envira Surucucu	<i>Bocageopsis Multiflora</i>	Annonaceae
72	Envira Taripucu	<i>Xylopia Calophylla</i>	Annonaceae
73	Escorrega Macaco	<i>Peltogyne Paniculata</i>	Fabaceae
74	Falsa Cupiuba	<i>Rinorea Guianensis</i>	Violaceae
75	Falsa Rainha	<i>Brosimun Sp.</i>	Moraceae
76	Fava Amarela	<i>Abarema Jupunba</i>	Fabaceae
77	Fava Camuze	<i>Balizia Sp.</i>	Fabaceae
78	Fava Fofa	<i>Piptadenia Sp.2</i>	Fabaceae
79	Fava Orelha De Macaco	<i>Enterolobium Sp.</i>	Fabaceae
80	Fava Rabo De Arara	<i>Parkia Multijulga</i>	Fabaceae
81	Fava Vermelha	<i>Piptadenia Sp.</i>	Fabaceae
82	Fava Vermelha	<i>Piptadenia Sp.1</i>	Fabaceae
83	Faveira	<i>Dimorphandra Ferruginea</i>	Fabaceae
84	Faveira	<i>Dimorphandra Parviflora</i>	Fabaceae
85	Figo Bravo	<i>Ferdinandusa Elliptica</i>	Rubiaceae
86	Freijo	<i>Cordia Bicolor</i>	Boraginaceae
87	Freijó	<i>Cordia Nodosa</i>	Boraginaceae
88	Gito Branco	<i>Guarea Humaitensis</i>	Meliaceae
89	Gito Vermelho	<i>Guarea Pubescens</i>	Meliaceae