

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
PROGRAMA INTEGRADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA
TROPICAL E RECURSOS NATURAIS – PIPBTRN
CURSO DE CIÊNCIAS DE FLORESTAS TROPICAIS**

**AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE INVENTÁRIO FLORESTAL
CONTÍNUO EM ÁREAS MANEJADAS E NÃO MANEJADAS DO
ESTADO DO AMAZONAS (AM)**

Adriano José Nogueira Lima

**Manaus – AM
Novembro – 2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
PROGRAMA INTEGRADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA
TROPICAL E RECURSOS NATURAIS – PIPBTRN**

**AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE INVENTÁRIO FLORESTAL
CONTÍNUO EM ÁREAS MANEJADAS E NÃO MANEJADAS DO
ESTADO DO AMAZONAS (AM)**

Adriano José Nogueira Lima

Orientador: Dr. Joaquim dos Santos

Co-Orientador: Dr. Niro Higuchi

Fontes Financiadoras: INPA, CAPES, CNPq e FAPEAM

Tese de doutorado apresentada ao Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do Convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutor em Ciências de Florestas Tropicais, área de concentração em Manejo Florestal.

**Manaus – AM
Novembro – 2010**

L732

Lima, Adriano José Nogueira

Avaliação de um sistema de inventário florestal contínuo em áreas manejadas e não manejadas do Estado do Amazonas (AM) / Adriano José Nogueira Lima. --- Manaus : [s.n.], 2010.

183 f. : il. color.

Tese (doutorado)-- INPA, Manaus, 2010

Orientador : Joaquim dos Santos

Co-orientador : Niro Higuchi

Área de concentração : Ciências de Florestas Tropicais

1. Manejo florestal. 2. Dinâmica florestal. 3. Madeira caída. 4. Alometria. 5. Carbono. 6. Biomassa florestal. 7. Volumetria. 8. Mudanças climáticas. 9. Inventário florestal contínuo. I. Título.

CDD 19. ed. 634.98

Sinopse:

Este trabalho é base do sistema de inventário florestal contínuo (IFC) para o Estado do Amazonas, para ser utilizado na definição e implementação pelo Poder Público de políticas públicas para manejo florestal e projetos de “mudanças climáticas”. Foram executados estudos sobre estoque de madeira e carbono; dinâmica florestal de áreas não perturbadas, manejadas experimentalmente e empresarialmente; alometria para determinação dos estoques de volume; determinação da altura dominante a partir do inventário de madeira caída e por último determinação de custos de instalação, medição e monitoramento de IFC.

A Deus

Aos meus pais e irmã

Aos pesquisadores Joaquim dos Santos e Niro Higuchi

Aos colaboradores da ZF-2

Aos colegas do Laboratório de Manejo Florestal

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) pela oportunidade concedida e a Coordenação de Pesquisas em Silvicultura Tropical (CPST) do INPA que não mediu esforço para as campanhas de campo.

Ao Laboratório de Manejo Florestal (LMF), em especial a todos os colaboradores que passaram e que ainda continuam trabalhando no mesmo.

À Universidade Federal do Amazonas, por contribuir na minha formação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão de bolsa; a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) por todo o apoio concedido.

As unidades de conservação e municípios do Estado do Amazonas e a Precious Woods Amazon (Mil Madeireira Ltda).

Ao curso de Ciências de Florestas Tropicais (CFT) e a todo o corpo docente que participou de minha formação intelectual.

Ao meu orientador Dr. Joaquim dos Santos pela atenção e paciência dispensada ao longo desses anos de muito trabalho e dedicação e o registro de ser o primeiro orientado de doutorado do mesmo.

Ao Dr. Niro Higuchi que tornou possível a realização dessa conquista uma vez que na ausência necessária por três anos, ao retornar fui recebido com satisfação e com todo apoio possível, sendo reintegrado novamente ao grupo do Laboratório de Manejo Florestal.

A todos os colegas do Laboratório de Manejo Florestal – LMF que também foram incansáveis durante todas as viagens de campo que realizamos.

Aos colegas que ingressaram na turma de 2007 (mestrado e doutorado) do curso de Ciências de Florestas Tropicais – CFT.

A todos os colaboradores da CPST que sempre foram bastante prestativos e não mediram esforços para ajudar, principalmente a Valdecira Jacaúna e ao Alcione.

À família ZF-2, que ao longo desses anos dividimos alegrias e tristezas principalmente quando perdemos o intocável da floresta Pedro Lacerda, que desde quando iniciei minha carreira sempre esteve comigo como identificador.

Aos meus pais José Maria de Lima e Maria Líbia Nogueira Lima, a minha irmã Àdria Líbia Nogueira Lima que são indiscutivelmente os grandes responsáveis por mais essa conquista e a todos que direta ou indiretamente me apoiaram ao longo desta caminhada.

Lista de Abreviaturas

- Bionte** – Biomassa e Nutrientes
- CPST** - Coordenação de Pesquisas em Silvicultura Tropical
- CFT** – Ciências de Florestas Tropicais
- CNPT** – Centro Nacional de Desenvolvimento Sustentado e Populações Tradicionais
- CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- Dap** – Diâmetro à Altura do Peito
- EEST** – Estação Experimental de Silvicultura Tropical
- Embrapa** – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- Fapeam** – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas
- Flona** – Floresta Nacional
- Flota** – Floresta Estadual
- G-G** – Greenhouse-Geisser Epsilon
- H-F** – Huynh-Feldt Epsilon
- Hdom** – Altura dominante
- Ibama** – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- ICMBio** – Instituto Chico Mendes para Conservação da Biodiversidade
- Inpa** – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
- IN** – Instrução Normativa
- IFC** – Inventário Florestal Contínuo
- IPCC** – Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
- LMF** – Laboratório de Manejo Florestal
- PT** – Parcela Temporária
- PP** – Parcela Permanente
- Resex** – Reserva Extrativista
- RDS** – Reserva de Desenvolvimento Sustentável
- Utam** – Instituto de Tecnologia da Amazônia
- UEA** – Universidade do Estado do Amazonas
- Ufam** – Universidade Federal do Amazonas
- ZF-2** – Zona Franca 2 (áreas do Distrito Agropecuário)

RESUMO

Este trabalho é base do sistema de inventário florestal contínuo (IFC) para o Estado do Amazonas, para ser utilizado na definição e implementação pelo Poder Público de políticas públicas para manejo florestal e projetos de “mudanças climáticas”. Foram executados estudos sobre estoque de madeira e carbono; dinâmica florestal de áreas não perturbadas, manejadas experimentalmente e empresarialmente; alometria para determinação dos estoques de volume; determinação da altura dominante a partir do inventário de madeira caída e por último determinação de custos de instalação, medição e monitoramento de IFC. Foram utilizados os dados dos inventários florestais em áreas manejadas e não manejadas dos seguintes sítios: Embrapa, MIL Madeireira, ST Manejo de Florestas Ltda, as Resex's Auati-Paraná, do rio Jutai, do Baixo Juruá, do Lago do Capanã Grande e do rio Unini; Flona do Pau Rosa e Floresta Estadual de Maués e por último a RDS do Juma. Em cada sítio inventariado, a madeira caída foi utilizada para desenvolver equação local de volume e para estimar a altura dominante que foi utilizada para corrigir a equação de biomassa desenvolvida na região central de Manaus (Estação ZF-2). No sítio MIL Madeireira foi analisado a dinâmica da floresta manejada desde 1995, escala empresarial, tanto do ponto de vista do volume de madeira como de carbono. A Estação ZF-2 do INPA foi utilizada como referência para dinâmica de carbono. Para o Estado do Amazonas, a estimativa do número de indivíduos, área basal, volume de madeira, biomassa total e carbono total, respectivamente foram: 505 ± 52 ind.ha⁻¹; $25,63 \pm 1,84$ m².ha⁻¹; $306,50 \pm 34,23$ m³.ha⁻¹; $563,56 \pm 38,66$ e $160,34 \pm 11,25$ (IC 95%). As florestas da Estação ZF-2 e da Comunidade do São José do Inambé (Resex Auati-Paraná, Fonte Boa) têm apresentado incrementos positivos de carbono de $0,03 \pm 0,47$ t.ha⁻¹ (IC 95%) e $0,91 \pm 0,94$ t.ha⁻¹ (IC 95%), respectivamente. Onze anos depois da primeira exploração seletiva de madeira na MIL Madeireira o estoque de volume comercial foi de $129,3 \pm 28,0$ m³.ha⁻¹ e carbono de $153,6 \pm 24,5$ t.ha⁻¹ (IC 95%), mostrando que passados 11 anos os serviços ambientais são recuperados. As equações não lineares foram as escolhidas para estimar o volume de madeira de cada sítio estudado, com R² acima de 80% e S_{yx%} abaixo de 10%. Para fins de planejamento de inventário florestal, o custo estimado para instalação e medição foi de R\$ 554,66 ± 120,09 (IC 95%) e para o monitoramento de R\$ 452,19 ± 360,20 (IC 95%). O estudo conclui que o Estado do Amazonas tem uma rede de inventário florestal contínuo com metodologia confiável, auditável e replicável.

ABSTRACT

This work is the foundation for the Continuous Forestry Inventory (FCI) system of The State of Amazonas, which can be used in the definition and implementation of public politics for sustainable forest management and “climate change” projects. There were made studies about timber and carbon stocks; forest dynamics of undisturbed areas that were experimentally and entrepreneurially managed; allometry for determining the volume of stocks; determination of dominant height from the inventory of fallen timber; and finally the determination of inventory costs of installation, measurement and monitoring of IFC. There were used data from forestry inventories in managed and unmanaged areas of the following sites: Embrapa, “Mil Madeireira” (logging company) , “ST Manejo de Florestas Ltda” (logging company) , Resex of Auati-Paraná, Resex of Jutai River, Resex of Baixo Juruá, Resex of Lago do Capanã Grande, Resex of Unini River, Flona do Pau Rosa and State Forest of Maués, and also the RDS from Juma. In each site, the fallen trees were used to develop local volume equations and to estimate the dominant height (H_{dom}). The H_{dom} were used to correct the biomass equation developed in the ZF-2 Experimental Site, in Manaus City. In the site at “MIL Madeireira” logging company, it was analyzed the dynamics of the managed forest, since 1995, in a business scale, for timber volume and carbon stock. The ZF-2 site was used as reference for carbon dynamics. The cost of one single sampling plot for FCI in The State of Amazonas were estimated in US\$ $278,44 \pm 19,10$ (IC 95%). The average carbon stock of The State of Amazonas is $160,34 \pm 11,25 \text{ t.ha}^{-1}$ (IC 95%). The forests of ZF-2 site and of the local community of São José do Inambé (Resex do Auati-Paraná, Fonte Boa) presented positive carbon increments of $0,03 \pm 0,47 \text{ t.ha}^{-1}$ (IC 95%) and $0,91 \pm 0,94 \text{ t.ha}^{-1}$ (IC 95%), respectively. Eleven years after the first selective logging at “MIL Madeireira” the commercial volume stock were estimated in $129,3 \pm 28 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ and the carbon stock was $153,6 \pm 24,5 \text{ t. ha}^{-1}$ (IC 95%), showing that the environmental services of the forest were recovered. The nonlinear equations were chosen to estimate the volume of wood from each site studied, with R^2 over 80% and $S_{y\%}$ below 10%. For planning purposes of forest inventory, the estimated cost for installation and measurement was R\$ $554 \pm 120,09$ (95%) and for monitoring of R\$ $452,19 \pm 360,20$ (95%). The study concludes that the State of Amazonas has a network of continuous forest inventory with reliable, repeatable and auditable methodology.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	19
2. OBJETIVOS	23
2.1 OBJETIVO SUPERIOR (longo prazo)	23
2.2 OBJETIVO GERAL (médio prazo)	23
2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
3. REVISÃO DE LITERATURA	25
3.1 Inventário Florestal	25
3.1.1 Conceitos	25
3.1.2 Teoria de Amostragem	25
3.2 Processos de Amostragem	27
3.2.1 Amostragem em Múltiplas Ocasões	27
3.3 Inventário Florestal Contínuo (IFC)	29
3.4 Dinâmica Florestal: volume comercial e estoque e balanço de carbono	34
3.5 Altura Dominante	35
3.6 Convenção do Clima e Protocolo de Quioto – Sites Principais: www.mct.gov.br e www.ipcc.ch	36
3.7 Custos de Implantação, Primeira Medição e Monitoramento de Inventário Florestal Contínuo (IFC)	40
4. MATERIAL E MÉTODOS	42
4.1 A importância do humor das águas para o sistema de inventário florestal contínuo (IFC) no Estado do Amazonas	42
4.2 Localização e caracterização do sistema de inventário florestal contínuo (IFC) no Estado do Amazonas	43
4.3 Coleta de Dados	51
4.3.1 Alometria de volume comercial	51
4.3.2 Inventário Florestal Contínuo (IFC)	53
4.3.3 Material de Campo	55
4.3.4 Coleta de Material Botânico	56

4.4 Dinâmica Florestal	58
4.5 Desenho Experimental	59
4.5.1 Parcelas temporárias	59
4.5.2 Parcelas permanentes: Projeto Bionte	61
4.6 Custos de instalação e 1ª medição de Parcelas Permanentes e Temporárias	61
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
5.1 Aos tomadores de decisão	63
5.1.1 Inventário Florestal Contínuo	63
5.1.2 Dinâmica Florestal do Estado do Amazonas	64
5.1.2.1 Biomassa e Carbono	64
5.1.2.2 Incremento em volume comercial de madeira	64
5.1.3 Alometria para volume comercial de madeira	65
5.1.4 Custos de instalação e 1ª medição, monitoramento de um sistema de inventário florestal contínuo	66
5.2 Memória do inventário florestal contínuo (IFC) no Estado do Amazonas	66
5.3 Caracterização do inventário florestal contínuo (IFC)	70
5.4 A importância do inventário de estoques de carbono da vegetação arbórea	79
5.5 Dinâmica Florestal no Estado do Amazonas	81
5.5.1 Crescimento e Incremento de uma Área Manejada Experimentalmente	81
5.5.2 Taxas Anuais de Recrutamento e Mortalidade (1990-2007)	85
5.5.3 Estimativas de volume de uma Área Manejada Empresarialmente numa cronosequência de 11 anos (1995-2005)	91
5.6 Dinâmica do Carbono da vegetação	95
5.6.1 Resex Auati-Paraná (Fonte Boa) e Projeto Bionte (região central de Manaus)	95
5.6.2 Estudo de caso: Área manejada empresarialmente	97
5.7 Alometria para volume comercial de madeira	101
5.6.1 Estatística Descritiva dos Sítios Estudados	102
5.6.2 Modelos logarítmicos	116
5.6.3 Altura Dominante	121
5.6.4 Equação geral para o Estado do Amazonas	123
5.7 Custos de Instalação e Remediação e Monitoramento de Parcelas Permanentes e Temporárias	125
6. CONCLUSÃO	132
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	134

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Informações sobre as parcelas permanentes amostradas nas Unidades de Produção Anual (UPA's)	32
Tabela 02 – Localização dos sítios estudados no Estado do Amazonas.	44
Tabela 03 – Resultados dos modelos escolhidos para sítios estudados.	65
Tabela 04 – Distribuição das parcelas no Estado do Amazonas (2004-2010).	71
Tabela 05 – DAP médio e número de indivíduos por hectare para o Estado do Amazonas. ...	72
Tabela 06 – Área basal e volume comercial para o Estado do Amazonas.	73
Tabela 07 – Estoque de biomassa fresca e seca acima do solo e total (acima do solo + raízes grossas) – média estimada por hectare da vegetação arbórea de sítios do Estado do Amazonas.	75
Tabela 08 – Estoque de carbono total (acima do solo + raízes grossas) – média estimada por hectare da vegetação arbórea de sítios do Estado do Amazonas.	78
Tabela 09 – Necromassa de três sítios do Estado do Amazonas.	79
Tabela 10 – Anova de medidas repetidas para a variável volume considerando todos os indivíduos com DAP \geq 10 cm.	85
Tabela 11 – Taxas anuais de recrutamento e mortalidade da testemunha (T0)	86
Tabela 12 – Taxas anuais de recrutamento e mortalidade do tratamento leve (T1).	87
Tabela 13 – Taxas anuais de recrutamento e mortalidade do tratamento médio (T2)	87
Tabela 14 – Taxas anuais de recrutamento e mortalidade do tratamento pesado (T3)	88
Tabela 15 – Anova de medidas repetidas para as taxas de recrutamento do Bionte (1990-2007)	90
Tabela 16 – Anova de medidas repetidas para as taxas de mortalidade do Bionte (1990-2007)	90
Tabela 17 – Parâmetros dendrométricos para Mil Madeireira Ltda – todas as espécies arbóreas (DAP \geq 10 cm)	92
Tabela 18 – Parâmetros dendrométricos para Mil Madeireira Ltda – Todas as espécies arbóreas de valor comercial (DAP \geq 10 cm).	92
Tabela 19 – Parâmetros dendrométricos para Mil Madeireira Ltda – Todas as espécies arbóreas de valor comercial (DAP \geq 50 cm).	93
Tabela 20 – Anova para as espécies de valor comercial que são exploradas pela empresa Mil Madeireira Ltda (DAP \geq 10 cm).	94

Tabela 21 – Anova para área basal ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$) das espécies de valor comercial que são exploradas pela empresa Mil Madeireira Ltda (DAP \geq 10 cm).....	94
Tabela 22 – Anova para volume de madeira ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$) das espécies de valor comercial que são exploradas pela empresa Mil Madeireira Ltda (DAP \geq 10 cm).....	94
Tabela 23 – Anova para as espécies de valor comercial que são exploradas pela empresa Mil Madeireira Ltda (DAP \geq 50 cm).	95
Tabela 24 – Anova para área basal ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$) das espécies de valor comercial que são exploradas pela empresa Mil Madeireira Ltda (DAP \geq 50 cm).....	95
Tabela 25 – Anova para volume de madeira ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$) das espécies de valor comercial que são exploradas pela empresa Mil Madeireira Ltda (DAP \geq 50 cm).....	95
Tabela 26 – Anova para biomassa fresca acima do nível do solo ($\text{t}.\text{ha}^{-1}$) de todos os indivíduos arbóreos com DAP \geq 10 cm numa cronosequência de 11 anos de exploração na Mil Madeireira Ltda.	99
Tabela 27 – Anova para carbono acima do nível do solo ($\text{t}.\text{ha}^{-1}$) de todos os indivíduos arbóreos com DAP \geq 10 cm numa cronosequência de 11 anos de exploração na Mil Madeireira Ltda.....	100
Tabela 28 - Anova para biomassa total ($\text{t}.\text{ha}^{-1}$) de todos os indivíduos arbóreos com DAP \geq 10 cm numa cronosequência de 11 anos de exploração na Mil Madeireira Ltda.....	100
Tabela 29 – Anova para carbono total ($\text{t}.\text{ha}^{-1}$) de todos os indivíduos arbóreos com DAP \geq 10 cm numa cronosequência de 11 anos de exploração na Mil Madeireira Ltda.....	100
Tabela 30 – Anova de medidas repetidas para a variável carbono considerando todos os indivíduos com DAP \geq 10 cm.....	100
Tabela 31 – Estatística descritiva para os dados utilizados na cubagem rigorosa de madeira caída.	103
Tabela 32 - Resumo das equações testadas para volume comercial para o sítio Fonte Boa (Resex Auati-Paraná).	104
Tabela 33 – Análise de Variância de Regressão – Volume comercial – Sítio Fonte Boa (Resex Auati Paraná).....	105
Tabela 34 - Resumo das equações testadas para volume comercial para o sítio Manicoré (Resex Lago do Capanã Grande).	107
Tabela 35 – Análise de Variância de Regressão – Volume comercial – Sítio Manicoré (Resex Lago do Capanã Grande).	107

Tabela 36 - Resumo das equações testadas para volume comercial para o sítio Maués (FLONA do Pau Rosa).....	109
Tabela 37 – Análise de Variância de Regressão – Volume comercial – Sítio Maués (FLONA do Pau Rosa).	110
Tabela 38 - Resumo das equações testadas para volume comercial ($DAP \geq 10$ cm) para o sítio Barcelos (Resex do Rio Unini).	111
Tabela 39 – Análise de Variância de Regressão – Volume comercial ($DAP \geq 10$ cm) – Sítio Barcelos (Resex do Rio Unini)	112
Tabela 40 - Equações testadas para volume comercial para o sítio Manaus (EEST/INPA).	113
Tabela 41 – Análise de Variância de Regressão – Volume comercial – Sítio Manaus (EEST/INPA).	114
Tabela 42 - Resumo das equações testadas para volume comercial ($DAP \geq 45$ cm) para o sítio Itacoatiara (Mil Madeireira Ltda – PWA).....	115
Tabela 43 – Análise de Variância de Regressão – Volume comercial ($DAP \geq 45$ cm) – Sítio Itacoatiara (Mil Madeireira Ltda).....	116
Tabela 44 - Fatores de correções para modelos logarítmicos de volume comercial.....	119
Tabela 45 – Modelos não lineares propostos para cada sítio estudo no Estado do Amazonas.	120
Tabela 46 – Comparação das alturas dominantes de sítios do Estado do Amazonas com relação ao da região central de Manaus.	122
Tabela 47 – Análise de Covariância (Snedecor) – Teste de Paralelismo.....	124
Tabela 48 – Análise de Covariância utilizando variável Dummy.....	125
Tabela 49 - Análise de Covariância	125
Tabela 50 – Importância das variáveis de um inventário florestal conforme 7 categorias de classificação.	126
Tabela 51 – Custo de inventário florestal em vários sítios do Estado do Amazonas.....	127
Tabela 52 – Custo por parcela: valores mínimos e máximos.....	130
Tabela 53 – Situações com suas respectivas estimativas de custos	131

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - a - Deformação no tronco da árvore; b – Prego sendo expulso; c – Placa sendo engolida pela árvore; d – Placa sendo encoberta por casa de cupins.	47
Figura 02 - a - Medição do DAP; b – Uso do fio de nylon e placa (identificação da árvore); c – Marcação do ponto de medição para facilitar a remedição; d – Disposição no campo	47
Figura 03 - Procedimentos da cubagem rigorosa de árvores caídas ilustrando: a) foto de árvore recém-caída e medição da altura com o uso de trena; b) esquema de cubagem de árvore caída dividindo a altura comercial em 10 partes; c e d) medição de diâmetro com o uso da suta em cada secção.	49
Figura 04 - Coleta de amostras para identificação anatômica.	49
Figura 05 - Coleta de amostras de solo para fins de caracterização.	49
Figura 06 – Produtos não madeireiros.	51
Figura 07 - Esquema de cubagem de árvore caída dividindo a altura comercial em 10 partes iguais.	52
Figura 08 - a) Dinâmica de campo; b) identificação da árvore; c) amarração da placa e pintura do ponto de medição; d) disposição no campo ao final do inventário.....	54
Figura 09 - Alternativas esquemáticas de inventário florestal contínuo (Husch <i>et al.</i> , 1973).	55
Figura 10 – Equipamentos para inventário florestal contínuo (IFC) e de todas as equipes envolvidas no trabalho de campo.	55
Figura 11 – Procedimentos de coleta botânica até elaboração da excicata.....	57
Figura 12 – Resumo da memória do Laboratório de Manejo Florestal do INPA sobre inventário florestal contínuo (IFC).....	70
Figura 13 – Série histórica do acúmulo do desmatamento na Amazônia brasileira.	74
Figura 14 – Dinâmica da floresta manejada experimentalmente de 1986-2007 para todas as espécies (DAP \geq 10 cm).....	82
Figura 15 – Crescimento acumulado para todas as espécies em volume do Bionte.	83
Figura 16 – Taxas anuais de recrutamento observadas na floresta não perturbada (T0) e nos tratamentos de intervenção entre 1990 e 2007.....	88
Figura 17 – Taxas anuais de mortalidade observadas na floresta não perturbada (T0) e nos tratamentos de intervenção entre 1990 e 2007.....	89

Figura 18 – Figura comparativa entre um talhão explorado em 1995 e a testemunha com relação aos parâmetros dendrométricos.	98
Figura 19 – Custos totais e por parcelas da instalação e medição de parcelas permanentes no Estado do Acre.	129

LISTA DE APÊNDICE

APÊNDICE A - Equações testadas para a Resex do Rio Auati-Paraná – Sítio Fonte Boa (AM).....	143
APÊNDICE B - Equações testadas para a Resex Lago do Capanã Grande – Sítio Manicoré (AM).....	144
APÊNDICE C - Equações testadas para a Região Central de Manaus – EEST/INPA – ZF-2	145
APÊNDICE D - Equações testadas para a Mil Madeireira Ltda (PWA) – Sítio Itacoatiara (AM).....	146
APÊNDICE E - Equações testadas para a Flona do Pau Rosa – Sítio Maués (AM).....	147
APÊNDICE F - Equações testadas para a Resex do Rio Unini – Sítio Barcelos (AM)	148
APÊNDICE G – Equações escolhidas para cada sítio estudado.	149
CONT. APÊNDICE G – Equações escolhidas para cada sítio estudado.....	150
CONT. APÊNDICE G – Equações escolhidas para cada sítio estudado.....	151
APÊNDICE H – Distribuição de resíduos – Volume comercial Fonte Boa (Resex Auati-Paraná).....	152
APÊNDICE I – Distribuição de resíduos – Volume comercial Manicoré (Resex Lago do Capanã Grande).....	153
APÊNDICE J – Distribuição de resíduos – Volume comercial Maués (FLONA Pau Rosa)	154
APÊNDICE K – Distribuição de resíduos – Volume comercial Barcelos (Resex do Rio Unini)	155
APÊNDICE L – Distribuição de resíduos – Volume comercial Manaus (EEST/INPA)	156
APÊNDICE M – Distribuição de resíduos – Volume comercial Itacoatiara (Mil Madeireira Ltda)	157
APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas	158
CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas	159

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas	160
CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas	161
CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas	170
CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas	173
CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas	175
CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas	176
CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas	177
CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas	178
CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas	179
CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas	181
CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas	182

1. INTRODUÇÃO

A Carta Magna do nosso país em seu Capítulo VI – DO MEIO AMBIENTE, Art. 225, § 4º¹ considera o bioma floresta amazônica brasileira como patrimônio nacional. No Art. 1º do Código Florestal Lei nº 4771/65² as florestas são consideradas bens de interesse comum a todos os habitantes do país. Isso mostra a importância que os recursos florestais têm para a humanidade e a responsabilidade que todos nós temos ao utilizá-los.

Entretanto, as estatísticas oficiais demonstram que ainda há uma grande distância entre os dispositivos legais e a prática da proteção da floresta amazônica. Segundo o INPE (2010)³, a Amazônia Legal perdeu até 2008 mais de 14% (mais de 70 milhões de hectares) de sua cobertura original. A média anual de área desmatada baseada na série histórica 1977 a 2008 foi de $17.579 \text{ km}^2 \pm 2.144 \text{ km}^2$ (IC 95%). Isto representa emissão de mais de 220 milhões de toneladas métricas de carbono por ano ou, aproximadamente, 2/3 das emissões nacionais (MCT, 2004). Em contrapartida, a região amazônica contribuiu com apenas 10% da formação do PIB⁴ brasileiro de 2002.

A repercussão dos possíveis efeitos do desmatamento sobre a interação biosfera e atmosfera tem extrapolado as fronteiras nacionais (Laurance *et al.*, 2001). Isto tem mobilizado a comunidade científica na tentativa de entender as causas e as possíveis direções do desmatamento da Amazônia. As projeções baseadas em modelos estatísticos sobre o desmatamento na Amazônia são sombrias. Soares Filho *et al.* (2006), por exemplo, estimam que se mantida a atual expansão da agricultura, 40% da floresta amazônica desaparecerá em 2050. Esta expansão associada com as mudanças climáticas pode acelerar o desmatamento, podendo chegar a 55% da Amazônia (Nepstad *et al.*, 2008). Em todas as situações, as previsões são baseadas em cenários que consideram a manutenção do “business-as-usual” (BAU) e sem governança.

Além do desmatamento e outras atividades econômicas que envolvem alteração da paisagem natural, a exploração seletiva de madeira tem também provocado alterações importantes na paisagem da região. Segundo Higuchi *et al.* (2006), há uma correlação linear positiva e altamente significativa entre exploração seletiva e desmatamento. Asner *et al.* (2005) analisaram as áreas alteradas pela exploração de madeira durante o período de 1999 a

¹ Constituição da República Federativa do Brasil – 05 de outubro de 1988

² Código Florestal – Lei nº 4771 de 15 de setembro de 1965

³ <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.html>

⁴ <http://www.ipib.com.br/>

2002 e estimaram que estas áreas variaram de 12.075 a 19.823 km² por ano. Estas áreas exploradas seletivamente não fazem parte das estatísticas oficiais de degradação florestal da Amazônia.

Todas essas alternativas de uso do solo amazônico afetam as funções da floresta e os seus vários serviços ambientais. A verdadeira riqueza da Amazônia são as informações genéticas decorrentes de processos evolutivos de milhões de anos. Menos abstrata é a riqueza relacionada com a biodiversidade da região, mas que ainda está fora do alcance do ser humano, tanto pelo incipiente conhecimento como também pela ausência de tecnologias apropriadas. Estas riquezas serão acessadas pelas futuras gerações somente se a geração atual assegurar a floresta viva em pé. Historicamente, a importância da floresta só foi notada quando já não existiam mais; a abundância de floresta foi sempre uma péssima referência e a sociedade, em geral, tem sido pouco eficiente na antecipação da escassez (Lanly, 1995). Atualmente, as alternativas mais promissoras para conservar a floresta viva em pé é o manejo florestal sustentável e projetos de carbono tipos MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo) e REDD (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal).

Em outra direção, há vários instrumentos legais que promovem a governança incentivando, ao mesmo tempo, o uso sustentável dos recursos naturais da Amazônia. Da mesma forma, há instrumentos legais que coíbem o mau uso desses recursos. O manejo florestal sustentável, por exemplo, é regulamentado pela Lei 11.284 de 02/03/2006, Decreto nº 5.975 de 30/11/2006 e IN 05 de 11/12/2006 do MMA. A Convenção do Clima foi ratificado pelo Senado da República em 1994 (D.O.U - 04/02/1994 - Seção - Decreto Legislativo nº 01). E há ainda a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605 de 12/02/98) que prevê penas para os crimes ambientais. Além disso, há vários documentos não obrigatórios (acordos informais, certificação florestal etc.) que demonstram o desejo político em conservar os recursos naturais da Amazônia.

Sob esse contexto, o inventário florestal contínuo (Husch *et al.*, 1972, Loestsch *et al.*, 1973 e Cochran, 1977) passa a ser uma importante ferramenta na implementação dos instrumentos obrigatórios e não obrigatórios em direção à governabilidade e ao uso sustentável dos recursos da Amazônia. Além das informações básicas sobre solos e espécies que ocorrem na área inventariada, o volume de madeira e biomassa e carbono da floresta são variáveis importantes estimadas a partir do IFC. O volume é a variável com a qual o setor florestal se comunica e o carbono é a variável mais utilizada no jargão de mudanças

climáticas. A estimativa de biomassa serve também para avaliar o balanço de micro e macronutrientes da vegetação em projetos de manejo florestal.

No Brasil, IFC é praticamente sinônimo de parcela permanente (PP), apesar de que a parcela temporária seja uma alternativa bastante vantajosa do ponto de vista estatístico. As poucas PPs instaladas na Amazônia têm sido mais utilizadas para analisar a dinâmica do carbono da vegetação. Em vários estudos, como de Higuchi *et al.* (1998), Phillips *et al.* (1998), Higuchi *et al.* (2004) e Lewis *et al.* (2004), as parcelas permanentes (PP's) têm sido amplamente usadas para verificar se a floresta primária é fonte ou sumidouro de carbono. Outros estudos buscam entender a dinâmica da floresta manejada para prescrever tratamentos silviculturais e estimar o ciclo de corte (Silva *et al.*, 1995 e Higuchi *et al.*, 1997).

Na Amazônia legal há três esforços com diferentes aspectos, mas que apresentam em comum o monitoramento florestal para obter estatísticas confiáveis sobre as florestas manejadas e não manejadas da Amazônia. O primeiro esforço é a Rede Amazônica de Inventários Florestais (Bacia Amazônica) – RAINFOR considerando o aspecto ambiental, ou seja, as mudanças climáticas tendo como variável de interesse o carbono; o segundo é o Grupo Inter-Institucional de Monitoramento da Dinâmica de Crescimento de Florestas na Amazônia Brasileira (IBAMA/PROMANEJO) tentando resgatar as parcelas permanentes visando demonstrar a viabilidade do manejo florestal sustentável (MFS) (volume); e o terceiro é o Inventário florestal contínuo em áreas manejadas e não manejadas do Estado do Amazonas – Projeto CHICHUÁ, considerando os aspectos ambiental e florestal (carbono e volume, respectivamente).

Este trabalho de tese é, em primeiro lugar, uma organização da memória do que o laboratório de manejo florestal (LMF) do INPA tem realizado em termos de inventário florestal contínuo (IFC) na Amazônia, desde 1980. Junto com esta memória há uma análise da dinâmica de uma floresta manejada com base no IFC utilizando parcelas temporárias sobre uma cronossequência de 11 anos após a exploração seletiva de madeira. A área total manejada é de, aproximadamente, 50 mil hectares cobertos por floresta de terra-firme. Equações locais de volume serão desenvolvidas para cada sítio amostrado utilizando informações de árvores caídas. Por meio do teste de paralelismo (Freese, 1964) será verificada a possibilidade de ter uma equação única para o Amazonas. A dinâmica do carbono será avaliada na Estação ZF-2 (Manaus) e na Comunidade São José do Inambé (Resex Auati-Paraná, Fonte Boa) por meio da análise de variância de parcelas repetidas segundo Von Ende (1993).

Segundo o IPCC⁵, os projetos de carbono (tipos MDL, REDD) têm que apresentar métodos confiáveis, replicáveis e auditáveis. Esta orientação poderia ser, igualmente, adotada em projetos de manejo florestal sustentável. A expectativa desta tese é atender a orientação dos projetos de carbono e que seja útil na interpretação das exigências técnicas das normas do manejo florestal sustentável (Decreto nº 5.975 de 30/11/2006 e IN 05 de 11/12/2006 do MMA). Nesta tese será demonstrado que é possível ter equações locais de volume robustas e precisas aproveitando as informações da madeira caída. Da mesma forma, a altura dominante de cada sítio inventariado pode ser estimada a partir destas informações. Com a altura dominante é possível corrigir a equação de biomassa (ou carbono) de referência, desenvolvida em sítio diferente daquele que está sendo inventariado e assegurar uma estimativa de biomassa confiável, replicável e auditável.

⁵ IPCC Painel Inter-governamental sobre Mudanças do Clima (em inglês)

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO SUPERIOR (longo prazo)

Consolidar o manejo florestal sustentável de uso múltiplo na Amazônia, em áreas com vocação para a produção de madeira e outros produtos não madeiráveis e implementar políticas públicas relacionadas com as vulnerabilidades e possíveis adaptações da região diante das prováveis mudanças climáticas globais.

2.2 OBJETIVO GERAL (médio prazo)

Propor um sistema de inventário florestal contínuo (IFC) para as florestas manejadas e não manejadas do Estado do Amazonas.

2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Instalar uma base de inventário florestal contínuo para o Estado do Amazonas.
- Determinar o estoque médio de biomassa e carbono abaixo, acima do nível do solo e total no Estado do Amazonas.
- Determinar os incrementos e as taxas de recrutamento e mortalidade de uma área manejada experimentalmente (Bionte).
- Estimar ciclo de corte para o Estado do Amazonas com base nas experiências do Bionte.
- Determinar o balanço de carbono da floresta primária da Resex Auati-Paraná, da área manejada experimentalmente (Bionte) durante o período de 2004 a 2007.
- Comparar balanço de carbono de Auati-Paraná com as parcelas da Estação ZF-2, na região de Manaus.
- Determinar o balanço de carbono de uma área manejada empresarialmente (Mil Madeireira Ltda) no município de Itacoatiara durante uma cronosequência de 11 anos de exploração.
- Testar o desempenho dos diferentes talhões da MIL Madeireira com o passar do tempo (cronosequência de 11 anos), explorados seletivamente em escala comercial, em termos de volume de madeira.

- Testar diferentes modelos estatísticos para ajustar dados observados de volume de madeira (obtidos de madeira caída) para cada sítio estudado (Resex Lago do Capanã Grande, Flona Pau Rosa, MIL Madeireira e Resex do Rio Unini).
- Aplicar o teste de paralelismo para as equações de volume nos diferentes sítios estudados.
- Determinar a altura dominante de cada sítio para corrigir o modelo alométrico de biomassa total (acima do solo + raízes grossas) desenvolvido para a região de Manaus.
- Comparar e analisar os custos de implantação e monitoramento de parcelas permanentes e temporárias de inventário florestal contínuo.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Inventário Florestal

3.1.1 Conceitos

Inventário florestal é uma atividade que avalia o potencial qualitativo e quantitativo das espécies que compõe o ecossistema objeto de estudo e funciona como a base para o planejamento do uso dos recursos madeireiros e não madeireiros. Uma área florestal não deve ser simplesmente vista com fins madeireiros, mas como uma associação de indivíduos vivos que interagem entre si e com os animais e que devem ser tratados como uma riqueza renovável (FAO, 1971). Nessa riqueza renovável devem ser incluídos os solos, a água, os animais, peixes, a recreação e principalmente a dimensão humana.

Considerando o conceito supracitado, os inventários florestais no Estado do Amazonas, realizados pelo grupo do Laboratório de Manejo Florestal (LMF) do INPA, estão sendo executados dentro dessa ótica. Além disso, o aspecto sócio-ambiental e a dimensão humana são imprescindíveis para a elaboração de plano de manejo.

Os objetivos do inventário florestal irão variar e serão estabelecidos de acordo com o uso da área e os serviços ambientais. Entre eles: exploração florestal em grande, média e pequena escala, recreação, reserva florestal, bacias hidrográficas e manutenção da vida silvestre, para fins de reflorestamento comercial e para reconhecimento.

Diante disso, torna-se necessário definir e categorizar a importância relativa dos elementos de um inventário florestal. Isso ajudará na elaboração de um bom planejamento. O ponto de partida é saber qual tipo de inventário deve ser realizado; depois elencar quais variáveis são necessárias no levantamento e classificá-las quanto ao grau de prioridade (imprescindível, importante e dispensável).

3.1.2 Teoria de Amostragem

O inventário florestal está intrinsecamente ligado a teoria de amostragem, pois na Amazônia, as populações geralmente são extensas, de difícil acesso e na maioria das vezes necessitam ser inventariadas em curto espaço de tempo (Péllico Neto e Brena, 1997). Na Amazônia, o grupo do Laboratório de Manejo Florestal do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (LMF/INPA) já realizou e vem realizando inúmeros inventários florestais baseados em procedimentos estatísticos de amostragem, fixando tempo e recursos disponíveis para a execução do trabalho, mostrando a incerteza que há no levantamento.

Dentro da teoria de amostragem alguns conceitos são fundamentais para compreensão, como:

Erros amostrais são aqueles decorrentes de alguma falha durante o planejamento do inventário florestal e dependendo da escolha do método você pode aumentar ou diminuir o erro. Isto está relacionado com o número de amostras instaladas em campo, pois quanto maior, menor será o erro e vice-versa. Os erros não-amostrais é o erro humano que pode ser ocasionado por alguma falha de equipamento (fita diamétrica), acidentalmente ou deliberadamente.

Nos erros de medição (não-amostal) tem-se alguns termos que sempre são comentados e as vezes ocasionam dúvidas: precisão, exatidão e tendenciosidade. Precisão em mensuração florestal, segundo Husch *et al.*, (1972), “expressa o grau de concordância entre valores numa série de medidas” e quanto mais homogênea for a população maior será a precisão ou “refere-se à distribuição dos valores amostrais em torno de sua própria média que se for tendenciosa, não poderá ser o valor verdadeiro”⁶ enquanto que exatidão significa expressar a proximidade de um parâmetro estimado do valor verdadeiro.

Censo ou enumeração total consiste no levantamento total de todos os indivíduos da população e dependendo do tamanho que se deseja inventariar demandará tempo e alto custo para a realização. Por outro lado, se tem a amostragem, que segundo Husch *et al.*, (1982) significa estudar parte da população para obter estimativas representativas do todo.

População é o conjunto de indivíduos da mesma espécie que habitam determinado lugar, como por exemplo, o conjunto de árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual a 10 cm numa área de 5 ha. Para os autores Loetsch *et al.*, (1973) população no sentido estatístico apresenta duas características essenciais: “os indivíduos da população são da mesma natureza e os indivíduos da população diferem com respeito a uma característica típica, ou atributo chamado variável”.

Com isso, amostra pode ser definida como um subconjunto finito e/ou parte de uma população. Na instalação de amostras durante a realização do inventário florestal deve-se aplicar a aleatoriedade e dependendo de onde a mesma tenha sido localizada, a mesma não deve ser substituída. Outro aspecto a ser considerado é a alocação das amostras que deve ser a mais distribuída possível para que consiga abranger o máximo da variabilidade da população e inferir com mais segurança.

⁶ <http://www.inpa.gov.br/manejo/manejo.php>

A unidade amostral é o espaço físico sobre o qual são avaliadas e mensuradas o potencial qualitativo e quantitativo da população (Péllico Neto e Brena, 1997). Por outro lado, Chacko (1965) afirma que a intensidade amostral é a razão entre o número de unidades da amostra (n) e o número total de unidades da população (N).

3.2 Processos de Amostragem

O processo de amostragem é uma classificação dentro da abordagem da população e está vinculada a periodicidade com que as medições são realizadas. Por exemplo, se o inventário constitui em uma única ocasião, os processos são mais simples, específicos e aplicados diretamente à população, ao passo que em múltiplas ocasiões (medições ao longo do tempo), serão mais complexos, mais integrados e elaborados.

Para planejamento de inventário florestal por amostragem alguns elementos devem ser considerados. (i) decisão de implementar uma distribuição sistemática ou aleatória das unidades de amostras; (ii) distribuição das unidades de amostras em estratos; (iii) extensão e forma das unidades de amostras.

3.2.1 Amostragem em Múltiplas Ocasões

Amostras repetidas ou amostras em ocasiões em inventário florestal têm três objetivos principais: (i) estimar quantidades e características da atual floresta no primeiro inventário; (ii) estimar quantidades e características da atual floresta no segundo inventário; (iii) estimar as mudanças na floresta durante um determinado período, ou seja, entre os dois inventários (Husch *et al.*, 1972).

Amostragens independentes (AI) – o nome já caracteriza esse tipo de amostragem, mostrando que as amostras são tomadas aleatoriamente em ambas as ocasiões e seus estimadores e precisão são obtidos conforme os conhecimentos do processo de Amostragem Aleatório Simples (Péllico Neto e Brena, 1997).

Amostragem com repetição total (ART) – esse processo é conhecido tradicionalmente como inventário de parcelas permanentes ou inventário florestal contínuo, onde uma parcela instalada numa primeira ocasião é remeida em uma segunda ocasião. Nesse tipo de amostragem existe correlação entre os valores obtidos nas duas amostragens.

Amostragem dupla (AD) – é o processo de amostragem em múltiplas ocasiões, cuja amostra da segunda ocasião constitui uma subamostra da primeira ocasião. Esse tipo é interessante ser utilizado quando os recursos financeiros são escassos, pouco tempo para a

realização do trabalho e mão-de-obra limitada. Toma-se uma grande amostragem na primeira ocasião, obtendo-se estimativas precisas do total da população ou da média da variável auxiliar e na segunda ocasião toma-se apenas uma subamostra da primeira. A remedição dessa subamostra estabelece uma correlação entre as variáveis medidas nas duas ocasiões, permitindo obter estimativas mais precisas na segunda ocasião, ou redução do custo de amostragem para uma precisão fixada (Péllico Neto e Brena, 1997).

Amostragem com repetição parcial (ARP) – esse processo pode englobar os demais processos de amostragem em múltiplas ocasiões, podendo ser transformada em qualquer um deles, durante a segunda ocasião, através da eliminação de grupos de unidades amostrais, como: se o grupo de unidades permanentes for vazio, então transforma-se em amostragens independentes; caso os grupos de unidades temporárias da primeira ocasião e novas temporárias forem vazios, transforma-se em amostragem com repetição parcial e se apenas o grupo de unidades novas temporárias for vazio, a mesma transforma-se em amostragem dupla (Péllico Neto e Brena, 1997).

Segundo Cunia e Chevrou (1969) o método de amostragem com repetição parcial engloba em sua estrutura todos os demais métodos mencionados. Consideram a existência de três grupos de unidades amostrais em inventários sucessivos, tais como: o primeiro grupo de tamanho "m" (permanentes) constituído pelas unidades medidas em ambas as ocasiões; o segundo grupo de tamanho "u" (temporárias) constituído pelas unidades medidas somente na primeira ocasião; o terceiro grupo de tamanho "n" (novas) constituído de unidades medidas somente na segunda ocasião.

Os mesmos autores afirmam que se o primeiro grupo de unidades for vazio, $m=0$, a amostragem com repetição parcial transforma-se em inventários independentes; se o segundo e terceiro grupos forem vazios, $u=0$ e $n=0$, tem-se inventário florestal contínuo; se apenas o terceiro grupo for vazio, $n=0$. obtém-se a dupla amostragem. Consideram, portanto, a amostragem com repetição parcial como o método geral de amostragem em ocasiões sucessivas e o mais eficiente entre os quatro processos.

Cunia (1965) comparando a Amostragem com Repetição Parcial com os outros métodos, afirma que a principal vantagem deste sobre os outros três métodos, é a existência de uma forte correlação entre os volumes da primeira para a segunda ocasião. Esta correlação, bem como a regressão linear correspondente são estimadas a partir das unidades amostrais permanentes (m). Assim, a regressão linear simples é aplicada às unidades amostrais temporárias da primeira ocasião (u) e às temporárias da segunda ocasião (n), obtendo-se as estimativas do volume destas parcelas para as ocasiões nas quais elas não

foram medidas. Portanto, as estimativas do volume, bem como da mudança ou crescimento, são obtidas através da totalidade das unidades amostrais, ou seja, $u + m + n$, ao invés de somente $u + m$ para a primeira ocasião, $m + n$ para a segunda e apenas m para o crescimento ou mudança.

Ribeiro (1978) em seu trabalho efetuado sobre povoamentos de *Pinus* sp. em Guarapuava-PR, cujas amostras foram obtidas aleatoriamente, confirma a superioridade da amostragem com repetição parcial sobre os métodos nas estimativas dos volumes médios da primeira e segunda ocasiões, ao passo que a melhor estimativa do crescimento, é obtida através do inventário florestal contínuo.

O fundamento básico sobre o qual se assenta a teoria da ARP em duas ocasiões, segundo Ware e Cunia (1962), Bickford (1963), Frayer e Furnival (1967) e Newton *et al.*, (1974), é que uma parte do conjunto total de unidades é comum em ambas as ocasiões, referindo-se às unidades de amostra permanente. Referindo-se as unidades temporárias, o procedimento utiliza uma parte do conjunto das unidades de amostra, observada somente na primeira ocasião, e uma terceira e última parte desse conjunto, observada somente na segunda ocasião. Essa é a origem do nome amostragem em ocasiões sucessivas com reposição parcial das unidades de amostra.

Lindsey *et al.*, (1958) afirmaram que pontos amostrais são mais eficientes que o método tradicional para estimar tanto a densidade (árvores por hectare) como para área basal correntes. O'rgan e Arvantis (1966) encontraram que parcelas fixas foram mais eficientes para estimar o número de árvores presente, enquanto que pontos amostrais foram melhores para avaliar a área basal presente.

Bitterlich (1984) afirmou que muitos florestais ainda têm dúvidas quanto à possibilidade de usar o ponto de amostragem para inventários sucessivos. Discutindo o problema, ele apresentou uma metodologia que poderia ser seguida para aplicar o ponto amostral em inventários contínuos.

3.3 Inventário Florestal Contínuo (IFC)

As diferentes formas de conversão da floresta tropical primária em diferentes formas de uso do solo provocam perda biodiversidade, alterações hidrológicas e principalmente no balanço do carbono. Por isso, há necessidade de um sistema de monitoramento florestal que facilite o planejamento de uso dos recursos florestais e a elaboração de políticas públicas

concretas com o cenário atual. Na Amazônia esses sistemas ainda são ínfimos e carentes de análises estatísticas confiáveis quando comparados com sua dimensão geográfica.

Vários estudos científicos no mundo inteiro utilizam parcelas permanentes para avaliar de forma contínua os parâmetros indicativos do comportamento e desenvolvimento da floresta, nas condições naturais e sob condições de manejo florestal. As parcelas permanentes estão sendo utilizadas em muitos estudos ecofisiológicos e na avaliação para verificar se a floresta está sendo uma fonte ou um sumidouro de carbono.

As parcelas permanentes também podem gerar um grande conjunto de informações. Por exemplo, sistemas silviculturais para serem implementados precisam ser testados e validados, adequando-se às características de cada microrregião ou bioma. As principais informações necessárias para implementar um sistema silvicultural e definir modelos de crescimento e produção são: a identificação correta das espécies, a estrutura da vegetação, a distribuição espacial das espécies vegetais, a autoecologia das espécies, os parâmetros demográficos da regeneração natural, a biologia reprodutiva e a dinâmica de crescimento e produção das espécies (Azevedo, 2006).

Higuchi *et al.*, 1997 estudaram crescimento e incremento de uma floresta amazônica de terra-firme manejada experimentalmente para responder questões relacionadas com o manejo florestal, no momento em que a preocupação com a redução das reservas de madeira dura tropical passou a ser evidente. Nesse estudo as parcelas permanentes são monitoradas anualmente após a exploração seletiva de madeira em diferentes intensidades, ou seja, houve respectivamente, uma redução em área basal de 32, 42 e 69% no tratamento leve, médio e pesado.

As três parcelas permanentes testemunha do Projeto Bionte (Higuchi *et al.*, 1997) também foram analisadas no período de 1986-2000 para analisar a dinâmica e o balanço de carbono em florestas não perturbadas e mostraram ao longo dessa cronossequência que a taxa de recrutamento e mortalidade foram iguais a 0,70% e a fixação de carbono em média foi de $1,2 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ (Higuchi *et al.*, 2004)

Cunha *et al.*, (2002) comentam que apesar dos avanços da pesquisa na Amazônia ainda é necessário maior conhecimento sobre dinâmica florestal o qual depende de um período longo de observação, ou seja, exigindo implantação de parcelas permanentes. Isso é eficiente para estudos de dinâmica e mudanças estruturais na floresta, porém nem sempre existem informações disponíveis e com qualidade para desenvolvimento de modelos, pois na maioria das vezes há problemas de condução e acompanhamento das medições, deixando dúvidas.

Na Floresta Nacional (FLONA) do Tapajós, Santarém (PA), estudos em parcelas permanentes instaladas em 1981 e analisadas após oito anos de medições concluíram que a alta variação na taxa de incremento durante esse período não é suficiente para predizer de forma segura sobre ciclo de corte para a floresta estudada (Carvalho *et al.*, 2004). Além disso, a intervenção na floresta favoreceu o crescimento de espécies comerciais, principalmente, as intolerantes a sombra.

Silva (2004) comparou as dinâmicas de uma floresta explorada com exploração de impacto reduzido (EIR) com outra explorada convencionalmente (EC) numa propriedade denominada Fazenda Agrosete, em Paragominas, no nordeste do Estado do Pará. Esse estudo foi iniciado em 1993, logo após a exploração e o monitoramento a princípio foi realizado anualmente que após o terceiro ano passou a ser bianual. Vale ressaltar que o mesmo faz parte de um projeto denominado Projeto Piloto de Manejo florestal para produção de madeira conduzido pelo Instituto do Homem e do Meio Ambiente da Amazônia – IMAZON desde 1991.

Estudos para verificar as mudanças na composição florística e na diversidade de espécies em uma área que sofreu exploração florestal e desbaste em diferentes tratamentos foram monitoradas por meio de parcelas permanentes (0,25 ha) instaladas em cada tratamento (Oliveira *et al.*, 2005), porém verificou-se que não há um intervalo de tempo definido entre uma medição e outra quando comparado com outros locais. Por exemplo, no INPA, o projeto BIONTE é monitorado anualmente e os transectos (Leste/Oeste e Norte/Sul - Projeto JACARANDA) de dois em dois anos. A questão temporal é muito importante, pois pode implicar na perda de informações que deixaram de ser avaliadas no período determinado pela falta de uma padronização nas medições.

Os resultados de estudos realizados por Azevedo *et al.*, (2006) sugerem que o tempo de monitoramento ainda é incipiente para se determinar um ciclo de corte e possivelmente levará a ciclos maiores que os desejáveis trinta anos. Outro aspecto é a resposta lenta quanto ao crescimento da floresta em relação aos tratamentos silviculturais adotado (desbaste sistemático) necessitando de uma nova intervenção na área de estudo. Essa área conta com 40 parcelas permanentes com 1 ha cada (36 exploradas e 4 não exploradas) que sofreu intervenção em 1985 e remeida em 1986, 1988, 1990, 1994, 1996 e 2004 e todos os indivíduos com DAP ≥ 20 cm foram mensurados. O estudo pertence ao projeto Bom Manejo (EMBRAPA/CIFOR/ITTO) manejo sustentável de florestas de produção em escala comercial na Amazônia oriental, na Companhia Florestal Monte Dourado (Jarí), município de Vitória do Jarí, Estado do Amapá.

No Acre, D'Oliveira *et al.*, (2006) analisaram a estrutura e a dinâmica de indivíduos com DAP ≥ 20 cm, em parcelas permanentes instaladas na Floresta Estadual do Antimary (FEA) em três tipologias florestais diferentes: tabocal, floresta aberta e floresta densa. As áreas nesse estudo são as unidades de produção anual (UPA's) Tabocal, Chico Bocão, Cumaru e Jatobá e as áreas de floresta natural não perturbada das colocações Poção e Dois Barracos. O mesmo teve início em 1986 e é conduzido pela Fundação de Tecnologia do Acre (FUNTAC). Na Tabela 01 pode ser verificado a situação das parcelas permanentes desse estudo.

Tabela 01 – Informações sobre as parcelas permanentes amostradas nas Unidades de Produção Anual (UPA's)

Área de Estudo	Área total	Tipologia Florestal	Número parcelas	Ano de instalação	Ano de exploração
UPA Tabocal*	1000	floresta aberta	10	1998	1999
UPA Chico Bocão	1000	floresta densa	7	2001	2002
UPA Jatobá	1000	floresta densa	7	2001	2003
Poção	300	floresta aberta	3	1998	-
Dois Barros	300	floresta aberta	3	1998	-

Fonte: D'Oliveira *et al.*, (2006) *Floresta com grande incidência de Tabocas

Os autores também realizaram estudos sobre manejo florestal comunitário PC Pedro Peixoto, no Acre, para avaliar a dinâmica florestal (crescimento, ingresso, mortalidade e composição florística). Nesse estudo cinco parcelas permanentes de um hectare foram instaladas e avaliadas durante um período de cinco anos (D'Oliveira e Braz, 2006). O estudo sobre manejo florestal sustentável aplicada neste estudo pode ser considerado como uma alternativa para uso das reservas legais e que vem sendo aplicado em PC Pedro Peixoto desde 1996.

As empresas privadas também têm sua parcela de contribuição quanto ao monitoramento das florestas manejadas, pois necessitam de informações que melhorem o planejamento das suas atividades. Em 2000, a Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e a empresa florestal Gethal Amazonas S. A. (Itacoatiara, AM), atualmente inexistente, iniciaram uma a instalação e medição de 18 parcelas permanentes no município de Manicoré (AM) – Projeto de Manejo Florestal Democracia -, as margens do rio Madeira, dando ênfase na inclusão do inventário florestal contínuo (IFC) como uma das atividades do manejo

florestal da empresa (Freitas *et al.*, 2006). Além disso, esperava-se obter resultados sobre o crescimento e a produção da floresta, em resposta a intensidade e métodos de exploração.

Os mesmos autores comentam que o emprego de parcelas permanentes com repetição total das unidades é a mais recomendada por permitir o acompanhamento do crescimento (árvore-a-árvore) e do incremento diamétrico: mortalidade e o ingresso de árvores. Isso será verificado nesse estudo, pois, a principal crítica sobre as parcelas permanentes é o fato de que sempre os mesmos indivíduos são medidos, violando, com isto, o pressuposto da independência das amostras.

Estudos recentes apresentados no seminário de dinâmica de florestas tropicais sobre áreas prioritárias para instalação de novas parcelas permanentes na Amazônia brasileira mostraram que a rede atual cobre 341 ha distribuídas por cinco Estados. A maior parte das parcelas permanentes (58% das parcelas e 75% da área amostrada) se encontra em áreas privadas, pertencentes a empresas, pequenos e grandes fazendeiros. As unidades de conservação de uso direto também têm sua importância e contribuição com 30% das parcelas e 15% da área amostrada e por último as instituições de pesquisa como Inpa e Embrapa que tem sob sua responsabilidade 12% das parcelas correspondendo a 10% da área amostrada (Valle *et al.*, 2006).

Neste mesmo trabalho os autores apresentam uma tabela que contempla o resumo de como as parcelas permanentes da Amazônia brasileira estão instaladas (sítio, vegetação, solo, clima, número de parcelas, área total amostrada, ano e coordenadas geográficas). A coluna da área total amostrada chamou atenção, pois o total é de 361,75 ha amostrados o que difere do valor apresentado e tido como referência para avaliar os percentuais da distribuição das parcelas permanentes dentro de terras privadas, unidades de conservação e instituições de pesquisa.

Além dos vários estudos existentes sobre dinâmica da floresta em áreas manejadas e não manejadas, as parcelas permanentes vem sendo utilizadas para avaliar o estoque de carbono, ou seja, verificando se as florestas funcionam como fonte ou sumidouro de carbono. Philips *et al.* (1998) afirmam que, por meio de dados de inventários florestais em parcelas permanentes, é possível perceber que grande parte do fluxo do carbono na atmosfera poderia ser balanceada pelas florestas primárias, que têm sido sumidouros naturais de carbono.

As mudanças climáticas globais mobilizam a comunidade científica com o intuito de encontrar uma metodologia que consiga estimar de maneira confiável o estoque de biomassa florestal, considerando as variáveis espacial e temporal. Na Amazônia o estoque total de carbono foi estimado em $0,44 \pm 0,26$ Gt. C.ano⁻¹ (Baker *et al.*, 2004) valor este que gerou

uma série de discussões no meio científico quanto a obtenção, pois alguns comentam que medições repetidas de parcelas permanentes podem promover estimativas diretas de biomassa florestal tropical cobrindo a variação espacial e temporal.

A forma de medições do fluxo de carbono entre a floresta e a atmosfera para estimar o balanço de carbono na floresta tem sido realizada pelo sistema *eddy covariance*, mas esse método é difícil de ser prolongado por muitos anos ou ampliado para muitos sítios (Grace *et al.*, 1995; Malhi *et al.*, 1998).

Lewis *et al.* (2004) apresentam a dinâmica da floresta em diversos pontos de amostragem de floresta tropical na América do Sul, utilizando 50 parcelas permanentes \geq 0,25 ha, com pelo menos duas medições consecutivas com intervalo de no mínimo dois anos. De acordo com esses autores, a partir de informações como a entrada (recrutamento), permanência (incremento em diâmetro) e saída (mortalidade) do componente arbóreo do sistema, é possível fazer uma análise da floresta para inferir sobre a sua condição como fonte ou sumidouro de carbono.

3.4 Dinâmica Florestal: volume comercial e estoque e balanço de carbono

Em todo ecossistema natural se apresenta um processo constante de dinâmica, provocado por diferentes tipos de perturbações. A caracterização dos processos dinâmicos é de suma importância para a determinação da composição, diversidade e produtividade de uma comunidade vegetal. Para as florestas temperadas a complexidade para prever sobre a dinâmica florestal é inferior quando comparada a floresta tropical, pois os modelos de produção foram desenvolvidos para florestas temperadas e têm como principais variáveis o índice de sítio e idade da árvore ou povoamento (Sullivan e Clutter, 1972; Ferguson e Leech, 1978; Alder, 1980; Smith, 1983 e Clutter *et al.*, 1983).

Essas duas variáveis são limitantes para o desenvolvimento de modelos de produção para as florestas da Amazônia porque são praticamente indisponíveis para o setor florestal, num curto prazo. Alguns estudos já realizados por grupos de pesquisa ligados ao Laboratório de Manejo Florestal, por meio da datação com ^{14}C , verificaram que a determinação das idades das inúmeras espécies que ocorrem numa determinada área, continua sendo um grande obstáculo para a ciência florestal.

Tendo esse obstáculo não se pode deixar de criar alternativas para a predição da dinâmica de florestas tropicais, por isso a alternativa que se vem utilizando são as parcelas permanentes. Na Amazônia ainda são poucas, mal distribuídas, recentes e falta análises

estatísticas das existentes. Por isso, considerando que a idade de árvores com DAP > 50 cm, na região de Manaus, podem variar de 200 a 1400 anos (Chambers *et al.*, 1998), 30 anos de observações podem parecer insuficientes para descrever com confiança a dinâmica de uma floresta da Amazônia. Todo esse panorama mostra como a floresta tropical úmida amazônica, seja ela manejada ou não, é cheia de complexidades e múltiplas dimensões, tornando-se um grande desafio para a ciência florestal.

A determinação dos estoques de volume de um povoamento florestal é de fundamental importância para o planejamento do manejo florestal. Porém, atualmente os esforços estão voltados não somente para o volume, mas para a determinação dos estoques de carbono. O tema é alvo de inúmeros trabalhos, porém a falta de modelos alométricos ainda é a principal barreira. Alguns estudos, Santos (1996); Higuchi *et al.*, (1997); Higuchi *et al.*, (1998); validados em Tomé-Açu por Araújo *et al.*, (1999) e mais recentemente de Silva *et al.*, (2007) vem servindo de referência nos estudos sobre biomassa fresca acima do nível do solo, total e estoque de carbono em vários sítios do estado do Amazonas.

Não se pode perder de vista que para cada localidade é necessário o desenvolvimento de um modelo alométrico. Em função disso, os modelos utilizados nesse estudo foram corrigidos pela altura dominante de cada sítio estudado, tornando as estimativas mais confiáveis. Para a biomassa o desenvolvimento de modelos estatísticos não é tão simples, pois envolve um esforço de campo muito maior quando comparado com os modelos que foram desenvolvidos para o volume comercial utilizando da madeira caída.

3.5 Altura Dominante

A altura constitui-se em uma característica importante da árvore e serve como uma variável independente nos modelos matemáticos desenvolvidos para volume e biomassa. Porém, na Amazônia é muito comum nos inventários florestais coletarem a altura, ou seja, em função da experiência do pessoal de campo (chutômetro). Isso é muito prejudicial para as estimativas de volume e biomassa que utilizam modelos de dupla entrada (DAP e H como variáveis independentes).

Dada as dificuldades de coleta de dados para criação de modelos alométricos para cada sítio do Estado e considerando a importância da variável independente DAP, somente por meio da altura é possível distinguir um sítio de outro. Porém, essa variável é muito difícil de ser coletada, demanda tempo e aumenta o custo. Por isso, torna-se mais viável economicamente e tecnicamente desenvolver modelos de simples entrada.

Como os modelos adotados neste trabalho foram de simples entrada, resolveu-se medir as alturas totais de árvores caídas. O objetivo é estimar a altura dominante de diferentes sítios (ou municípios do Amazonas) para desenvolver um fator de correção para as equações desenvolvidas por Silva (2007) para região central de Manaus. Com isso, as estimativas de biomassa e carbono poderão ser corrigidas, diminuindo as incertezas.

Altura dominante é a média da altura total de 20% das árvores mais grossas (Loetsch *et al.*, 1973). Por outro lado Prodan (1965) e Assmann (1970) definiram altura dominante como sendo a altura média das 100 árvores de maiores diâmetros por hectare. Spurr (1952) considera como sendo a altura da árvore mais alta ou das duas mais altas do povoamento florestal.

Os estudos do LMF/INPA adotam em seus trabalhos para a determinação da altura dominante a definição de Loetsch *et al.* (1973). Na região central de Manaus e utilizando dados de 494 árvores a altura dominante estimada para Manaus foi 28,6 m. Por outro lado, para a região do Alto Solimões, Resex Auati-Paraná no município de Fonte Boa e para a Resex Lago do Capanã Grande, obteve-se, respectivamente, uma altura total média de 26,8 e 27,9 m. Isso mostra que as florestas das Resex's são respectivamente, 6,3 e 2,4% mais baixa do que a de Manaus. Logo o fator de correção que deve ser aplicado às equações de simples entrada para biomassa e carbono é de 0,936073 em relação a Resex Auati-Paraná e 0,975524 em relação a Resex Lago do Capanã Grande.

Para a Flona do Pau-Rosa (Maués) e Resex do Rio Unini (Barcelos) os fatores de correção foram bem distintos, ou seja, 1,054604 e 0,884769, respectivamente. A altura dominante para a Flona é bem superior (30,2 m) a região de Manaus e demais sítios estudados enquanto que a Resex do Rio Unini quando comparada com os demais sítios é a mais baixa (25,3 m). Isso mostra a importância da altura dominante quando se deseja estimar carbono a partir de modelos desenvolvidos em outras localidades, pois para a Flona é notório que tem mais carbono e a Resex do Rio Unini menos carbono em relação a região de Manaus.

3.6 Convenção do Clima e Protocolo de Quioto – Sites Principais: www.mct.gov.br e www.ipcc.ch

As questões climáticas globais, na forma de política internacional, foram tratadas formalmente, na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, que foi assinada durante a Rio-92, em 1992, no Rio de Janeiro. O desdobramento da Convenção é o Protocolo de Quioto, que foi assinado em 1997, no Japão. O Secretário Geral da ONU é o fiel depositário da Convenção e do Protocolo. A COP (Conferência das Partes), com apoio

do SBSTA (Corpo Subsidiário para Aconselhamentos Científico e Tecnológico) é a responsável pela implementação dos dois instrumentos. Uma Parte da Convenção ou do Protocolo pode ser uma simples nação como EUA, como um grupo de nações como a Comunidade Européia.

O objetivo superior da Convenção é estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa (GEE) aos níveis que impeçam que as atividades humanas afetem perigosamente o sistema climático global. No Brasil, a Convenção foi ratificada pelo Senado da República e publicada no DOU de 04/02/1994 - Seção - Decreto Legislativo nº 01; sendo, desde então, uma lei brasileira.

De acordo com a Convenção, os países desenvolvidos (PD's) teriam que reduzir, em 2000, os níveis de emissão de GEE's (especialmente CO₂), com base nas emissões de 1990. Como isso não aconteceu, na 3ª COP da Convenção, em Quioto (Japão), foi assinado o Protocolo de Quioto, para forçar o cumprimento dos compromissos assumidos durante a Rio-92. O Protocolo estabeleceu limites de emissões de GEE's para 38 PD's⁷, chamados de "Partes do Anexo B." As Partes aceitaram metas variadas baseadas no princípio da "diferenciação," que reconhece que alguns países são mais capazes de reduzir suas emissões do que outros, na maneira como eles produzem e usam energia, no acesso às tecnologias limpas e aos seus níveis de poluição, entre outros numerosos fatores.

O cronograma das metas de emissões é o seguinte: a média do período 2008-2012 será comparada com a emissão de 1990. Exemplo: os EUA têm que reduzir em média 7% durante o período de 2008-2012, em relação àquilo que eles emitiram em 1990. Em geral, os PD's diminuirão as emissões, em média 5,2% durante o período comprometido, em relação às emissões de 1990. O Protocolo introduziu também medidas adicionais que encorajam a inclusão dos países em desenvolvimento (PED's), ao Anexo B, bastando adotar os limites de emissões, fazer os seus inventários de estoques e seus relatórios de emissões e definir programas nacionais para mitigar e adaptar à mudança climática.

Para a sua implementação, o Protocolo incluiu três mecanismos de flexibilização para atender as metas estabelecidas, que são: (1) *comércio de emissões (bônus) – troca de Carbono emitido por Carbono não emitido* (2) *implementação conjunta – projetos de redução ou de seqüestro de Carbono*; e (3) *Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)*.

⁷ Anexo B: países do G-8, Austrália, Áustria, Bélgica, Bulgária, Croácia, Rep. Checa, Dinamarca, Estônia, Finlândia, Grécia, Hungria, Irlanda, Letônia, Liechtenstein, Lituânia, Luxemburgo, Mônaco, Países Baixos, Nova Zelândia, Noruega, Polônia, Portugal, Romênia, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Suécia, Suíça e Ucrânia.

Os dois primeiros deverão ser implementados entre países do Anexo B. O MDL foi designado para ajudar os países não incluídos no Anexo B, a buscar o desenvolvimento sustentável e para contribuir com o objetivo superior da Convenção, assim como, para apoiar os países do Anexo B na flexibilização da busca de suas limitações quantificadas de emissões e reduções comprometidas.

Em 1999, o Governo brasileiro criou a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, tendo os Ministros da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente, respectivamente como presidente e vice da mesma. Entre as várias finalidades da Comissão, existem: (i) *definir critérios de elegibilidade adicionais àqueles considerados pelos Organismos da Convenção, encarregados do MDL, conforme estratégias nacionais de desenvolvimento sustentável*; e (ii) *apreciar pareceres sobre projetos que resultem em redução de emissões e que sejam considerados elegíveis para o MDL e aprová-los, se for o caso*.

As Partes do Anexo B terão 2 opções para adquirir redução por meio do MDL. Primeiro, o MDL estende-se a “implementação conjunta” aos PED’s permitindo às Partes do Anexo B ganhar crédito em direção as suas metas de emissões pela parceria com um PED, num projeto para reduzir emissões neste PED. Exemplo: uma Parte do Anexo B pode adquirir reduções ao ajudar um PED distribuir energia solar aos cidadãos que de alguma forma dependem de combustíveis poluentes para a produção de energia. Segundo, as Partes do Anexo B poderão comprar reduções diretamente do MDL. Neste caso, os PD’s podem financiar projetos para reduzir emissões nos PED’s, assistir as nações ameaçadas pelos impactos das mudanças climáticas e pagar custos administrativos. O MDL também cria um significativo incentivo para ações antecipadas permitindo às Partes do Anexo B a contar reduções adquiridas através do MDL já a partir de 2000.

As florestas, agricultura e outros sistemas, que podem absorver e armazenar carbono, são chamados de “sumidouros”. O Protocolo reconhece a importância deles ao incluir a preservação e desenvolvimento de “sumidouros” como passos que uma Parte do Anexo B pode tomar para alcançar a sua meta de emissões. Enquanto que a inclusão de “sumidouros” pode ter um impacto positivo sobre a proteção da atmosfera e das florestas, a linguagem do Protocolo é ambígua e cria tanto incentivos como desincentivos ao manejo florestal sustentável. Em particular, o Protocolo poderia promover a exploração (talvez, a eliminação) de floresta madura, em favor de outros tipos de uso do solo (reflorestamento ou manejo de capoeiras) que podem seqüestrar CO₂. As Partes concordaram em resolver esta ambigüidade desenvolvendo manuais para avaliação de sumidouros.

Por conta disso, o IPCC preparou o Relatório Especial para subsidiar a COP na tomada de decisões quanto às questões relacionadas com estoques e mudanças de estoques de Carbono, mais precisamente sobre os artigos 3.3 (atividades relacionadas com florestamento, reflorestamento e desmatamento) e 3.4 (atividades adicionais induzidas por ações antrópicas) do Protocolo. O Relatório iniciou-se em janeiro/99 e foi submetido para aprovação durante a XVI Plenária do IPCC, em maio/2000, em Montreal, Canadá. Este relatório, entre outras coisas, aborda as implicações de diferentes definições, métodos de avaliação de emissão e seqüestro de C e questões relacionadas com a contabilidade dos negócios com o C. Na COP 6.5 (Bonn, julho/2001) ficou acordado que reflorestamento e florestamento entram no MDL e o manejo florestal ficou pendente. Na COP 7 (Marraqueche, novembro/2001), manejo florestal não aparece no MDL.

As metodologias no Guia de Boa Prática 2003 (em particular, no Capítulo 3, denominado Guia de Boa Prática para o Setor Uso da Terra e Floresta – *LUCF Sector Good Practice Guidance*) são organizadas por categoria de uso da terra (seis seções), por grandes reservatórios de carbono, gases não-CO₂ e por *tier* (categorias).

A abordagem *Tier 1* emprega o método básico contido no Guia Revisado do IPCC e os fatores de emissão *default* contidos no Guia IPCC 1995, com atualizações apresentadas no Guia de Boa Prática 2003. As metodologias *Tier 1* normalmente utilizam dados de atividade que são espacialmente grosseiros, tais como estimativas nacionais ou globais de taxas de desflorestamento, estatísticas de produção agrícola e mapas globais de cobertura da terra.

O *Tier 2* pode utilizar a mesma abordagem metodológica do *Tier 1*, mas aplica fatores de emissão e dados de atividade que são definidos pelo país para as atividades e usos da terra mais relevantes. O *Tier 2* pode também aplicar metodologias para estimativas de mudanças no estoque de carbono baseadas em dados específicos do país. Normalmente os dados de atividade têm melhor resolução do que os utilizados no *Tier 1*.

No *Tier 3*, métodos de mais alta ordem são utilizados, incluindo modelos e sistemas de mensuração para inventários, adaptados para as circunstâncias nacionais, repetidos no tempo e baseados em dados de atividade de alta resolução e desagregados em escala sub-nacional até malhas finas.

3.7 Custos de Implantação, Primeira Medição e Monitoramento de Inventário Florestal Contínuo (IFC)

Os inúmeros estudos apresentados sobre monitoramento florestal de parcelas permanentes e temporárias para avaliar os estoques de volume, biomassa e principalmente carbono, nos remete a outro questionamento: quanto custa todo esse trabalho de campo para instalar e monitorar as parcelas permanentes / temporárias? Quanto custa análise e processamento desses dados? Quanto custa implementar uma rede de monitoramento?

Inicialmente, o custo de um inventário florestal por hectare se justificará em função dos resultados a serem obtidos. Alguns fatores como tipo de informação desejada; grau de precisão; a extensão total da área a ser inventariada e a extensão mínima das parcelas a serem instaladas devem ser considerados (FAO, 1971). Outro aspecto interessante a considerar são viagens de reconhecimento ao sítio a ser estudado, pois facilitará o planejamento do inventário florestal.

Na definição de custos também deve ser considerado a intensidade de amostragem. Um procedimento seria a variabilidade da população, o erro de amostragem admitido e a probabilidade de confiança fixado e o outro em função do tempo e recursos disponíveis para a execução do inventário (Péllico Netto e Brena, 1997). O LMF/INPA em seus inventários florestais na Amazônia vem adotando o segundo procedimento, oferecendo maior tranquilidade ao interessado quanto a incerteza embutida na média estimada.

Atualmente, a técnica do sensoriamento remoto vem ajudando no planejamento das atividades de campo, por apresentarem custos razoáveis. Isso porque muitos dados podem ser extraídos de uma só vez com ajuda de imagens. Porém, a comprovação ou verdade de campo será imprescindível em todos os casos, exceto em inventários expeditos.

No levantamento de campo os trabalhos envolvem uma mega logística, como deslocamentos, alimentação, hospedagem da equipe de campo e equipamentos. Vale ressaltar que os custos de deslocamento e hospedagem da equipe de campo são variáveis, pois para cada local se tem uma forma de planejar a coleta de campo. Quando se fala do Estado do Amazonas, verifica-se que o deslocamento aéreo encarece bastante, como por exemplo, Manaus/Fonte Boa/Manaus, custa R\$ 1.085,42 (hum mil e oitenta e cinco reais e quarenta e dois centavos).

Quando se fala de intensidade de amostragem necessária para atingir determinada precisão, a variabilidade ou variância da população deve ser considerada. Pois, caso essa variância seja alta, o número de unidades de amostras necessária será alta e por consequência

o custo. Dentro da Contabilidade de Custos, o principal objetivo não consiste em atribuir as despesas ao devido período, mas em atribuir os custos aos devidos produtos, fases de produção, atividades etc. (Ludícibus *et al.*, 1996).

GASTOS – são os sacrifícios financeiros suportados pela empresa na obtenção de produto ou serviço, sacrifícios estes representados pela entrega ou promessa de entrega de ativos (normalmente dinheiro). Ex. compra de equipamentos, de matérias primas, pagamentos de mão-de-obra, de honorários da diretoria e de taxas de seguro (Moura, 2003).

CUSTOS – são os gastos relativos à produção de um bem ou serviço, que se incorporam ao valor do bem ou serviço. Como por exemplo, quando se adquire uma matéria prima incorre-se em um gasto. Essa matéria prima é vista como um investimento enquanto ela permanece no estoque e transforma-se em um custo (parcela de custo do produto) assim que ela entra no processo produtivo do bem (Moura, 2003).

Os custos podem ser subdivididos em diretos e indiretos:

CUSTOS DIRETOS – são aqueles que podem ser diretamente apropriados ao produto ou serviço, a um processo ou a uma unidade produtiva. Como exemplo, temos os custos da matéria prima empregada, mão de obra do operário que efetivamente trabalhou diretamente na fabricação (custos de horas), das embalagens utilizadas e da energia elétrica consumida efetivamente no processo produtivo (kWh).

CUSTOS INDIRETOS - são aqueles custos que, embora sejam necessários à obtenção do produto ou serviço, não são facilmente correlacionados a estes através de medidas objetivas, sendo sua apropriação realizada por rateio entre vários produtos ou serviços, proporcionalmente à participação estimada em cada um deles. São custos que não estão diretamente apropriados a um processo específico. Como exemplos desses custos, citam-se os aluguéis, salários de pessoal de gerência, administração, almoxarifado, energia elétrica (se não houver medidores que permitam calcular a energia aplicada exclusivamente no produto considerado, situação que configuraria um custo direto), contratos de manutenção de bens móveis e imóveis, custos de monitoramento na gestão da qualidade da água, do ar e dos resíduos, gestão de produtos perigosos e treinamentos.

DESPESAS – são os valores consumidos direta ou indiretamente para a obtenção da receita, como por exemplo, os gastos com financiamentos, publicidade e comissão de vendedores. As despesas reduzem o patrimônio líquido da empresa, porém representam sacrifícios necessários no processo de obtenção de receitas (Moura, 2003).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 A importância do humor das águas para o sistema de inventário florestal contínuo (IFC) no Estado do Amazonas

Com base na Resolução nº 32 de 15 de outubro de 2003 a bacia do rio Amazonas envolve todo o conjunto de recursos hídricos que convergem para o rio Amazonas, sendo considerada uma das doze regiões hidrográficas do território brasileiro. Abrange aproximadamente 7 milhões de km² compreendendo vários países da América do Sul (Peru, Colômbia, Equador, Venezuela, Guiana, Bolívia e Brasil). Desse total, 3,8 milhões de km² encontram-se em território brasileiro abrangendo os Estados do Acre, Amazonas, Roraima, Rondônia, Mato Grosso, Pará e Amapá.

A bacia amazônica é formada pelo rio Amazonas e seus afluentes de margem direita e esquerda. Estes estão situados nos dois hemisférios (norte e sul), e devido a esse fato, o rio Amazonas tem dois períodos de chuvas, pois a época das chuvas é diferente nos dois hemisférios. O rio é típico de planície, onde ele e seus afluentes são navegáveis, sendo muito importante para a população da Amazônia.

Os rios amazônicos são considerados “rodovias” para acessibilidade. São eles que facilitam o deslocamento de milhares de pessoas e produtos das comunidades ribeirinhas para as sedes dos municípios e para Manaus. O transporte fluvial é evidenciado pelo grande fluxo de embarcações de grande porte levando todos os dias produtos alimentícios, eletrodomésticos, eletrônicos e pessoas.

Mesmo com esse enorme potencial hídrico as águas pretas, brancas e claras apresentam um “ritual”. São as enchentes e vazantes. Isso faz com que a acessibilidade, a segurança e o bem estar das pessoas sejam alterados, havendo necessidade de se adaptar a estas condições. Isso interfere diretamente no planejamento de inventário e ordenamento dos recursos florestais, havendo necessidade de combinar com o ritual das águas, caso contrário poderá haverá desperdícios de recursos e energia.

Diante desse contexto, a regulação das enchentes e vazantes está diretamente relacionada com as florestas. Isso demonstra como a floresta é importante para a manutenção de serviços ambientais que na maioria das vezes só são percebidos quando são perdidos ou quando se fala em custos para reparação de danos (Higuchi *et al.*, 2004). Porém, a abundância de recursos deve funcionar como incentivo para propor medidas de manutenção

dos serviços ambientais e não exaurir os mesmos para depois pensar em recuperá-los. O preço é alto e quem pagará essa conta?

Com isso, o inventário florestal passa a ser a ferramenta ideal para o conhecimento das potencialidades da floresta tanto como madeira como em serviços ambientais. No planejamento dessa atividade torna-se necessário sempre que possível realizar o reconhecimento da área objeto de estudo, contato prévio com pessoas da localidade e combinar com as enchentes e vazantes. Isso é importante para definir acessibilidade, local a ser realizado o inventário, número de pessoas, custos com deslocamento, equipamentos, combustível, alimentação, distribuição das parcelas e as incertezas embutidas na média.

4.2 Localização e caracterização do sistema de inventário florestal contínuo (IFC) no Estado do Amazonas

O Amazonas apresenta método de inventário florestal confiável, auditável e replicável. O método tem tamanho de parcela definido (Higuchi *et. al.*, 1982), o DAP é a variável principal nos levantamentos ($DAP \geq 10$ cm) e todas as incertezas da média encontradas para os diferentes sítios são satisfatórias, ou seja, abaixo de 5%. No Brasil a precisão mínima admissível utilizada é 10%.

Desde 2004 (Tabela 02), o laboratório de manejo florestal (LMF) do INPA vem instalando um sistema de inventário florestal contínuo sob as orientações do Guia do IPCC. Além disso, o apoio da Fapeam, CNPq, CNPT/Ibama, ICMBio e Embrapa contribuíram para instalação desse sistema. Isso enfatiza que o Amazonas tem método de inventário, sabe o que, como e por que coletar informações sobre número de indivíduos, material botânico, área basal, volume comercial, biomassa e estoque de carbono.

Tabela 02 – Localização dos sítios estudados no Estado do Amazonas.

Sítios	Tipologia	Municípios	Ano de Instalação	ua (20 x 125 m)	Coordenadas	
					Latitude	Longitude
Mineração Rio do Norte (MRN)*	Floresta primária	Trombetas	2004	60	01° 40'	56° 27'
Manacapuru	Floresta primária	Manacapuru	2004	32	03° 12' 01,9"	60° 26' 05,8"
Município de Fonte Boa	Manejada e floresta primária	Fonte Boa	2004	72	02° 30' 53,07515"	65° 52' 21,71977"
Município de Jutai	Manejada e floresta primária	Jutai	2004	64	03° 06' 26,83343"	67° 06' 00,32410"
ST Manejo de Florestas Ltda	Manejada	Lábrea	2005	87	09° 38' 59,48948"	66° 42' 54,18102"
Embrapa da Amazônia Ocidental	Floresta primária	Rio Preto da Eva	2005	15**	02° 32' 12,08094"	60° 00' 18,40598"
Floresta Estadual de Maués	Floresta primária	Maués	2005	100	03° 56' 13,4"	57° 56' 50,3"
Resex do Baixo Juruá	Floresta primária	Juruá	2006	83	03° 54' 22,73446"	66° 02' 37,50087"
Mil Madeireira Ltda	Manejada	Itacoatiara	2006	204	02° 58' 54,6"	58° 42' 4,3"
Resex Auati Paraná	Floresta primária	Fonte Boa	2007	107	02° 00' 19,84684"	66° 15' 56,33324"
BIONTE – Testemunha	Floresta primária	Manaus	2007	3**	02° 38' 19,27656"	60° 09' 30,20056"
Resex Lago do Capanã Grande	Floresta primária	Manicoré	2008	82	20M 625710***	9334936
RDS do Amapá	Floresta primária	Manicoré	2008	61	05° 34' 13,8"	61° 45' 41,2"
FLONA do Pau-Rosa	Floresta primária	Maués	2009	81	03° 49' 26,56440"	58° 14' 58,75146"
Resex do Rio Unini	Floresta primária	Barcelos	2009	90	01° 42' 48,48183"	61° 54' 21,19576"
RDS do Juma	Floresta primária	Novo Aripuanã	2009	115	05° 38' 31,05908"	60° 12' 37,97647"

Todas as coordenadas foram obtidas no DATUM SAD 69. *Sítio no Pará **Parcelas de 1 ha (100 x 100 m) ***Coordenadas Universo Transverso de Mercator (UTM).

O método também considera custo e tempo, ou seja, fixa o custo e libera a incerteza. Dependendo do objetivo, o método se aplica aos planos de manejo florestal sustentável (PMFS) empresarial e em pequena escala; em unidades de conservação de uso sustentável e para o inventário florestal estadual. Isso atesta a capacidade técnico-científica e demonstra a grande contribuição quando se trata de inventário florestal nacional (IFN) no bioma da floresta amazônica.

As informações a serem levantadas são geralmente para a elaboração de plano de manejo, ou melhor, plano de utilização dos recursos da unidade. Não confundir com PMFS, pois este é somente para a madeira ao passo que o plano de uso é para todos os tipos de recursos identificados em estudos técnico-científicos. Essa distinção é importante quando se trata de trabalhos para unidades de conservação de uso sustentável.

O conceito tradicional é claro nas literaturas, porém torna-se necessário ampliar o significado de inventário florestal. O LMF vem trabalhando dentro dessa premissa, incluindo levantamentos de não madeireiros, regeneração natural, inventário florístico, madeira caída, solos, fauna e socioambiental. Para este tipo de levantamento, o LMF é acompanhado do Laboratório de Psicologia e Educação Ambiental (LAPSEA/INPA) responsável pela equipe socioambiental. O grupo da fauna tem variado bastante, mas os levantamentos referem-se principalmente a mastofauna, herptofauna, avifauna e ictiofauna.

Para cada grupo as informações devem ser objetivas, saber que informações serão levantadas, equipamentos a serem utilizados, divisão das pessoas, acessibilidade, dificuldades e tempo de deslocamento. Considerando todo esse esforço, o conceito ampliado empregado nos levantamentos pode ser detalhado dentro de cada equipe, como:

Equipe de Picada – É quem comanda o ritmo do trabalho, ou melhor, responsável pela dinâmica do mesmo. É composta de um engenheiro florestal e 3 auxiliares de campo e quando necessário são utilizados 4, sendo estes responsáveis pela abertura das picadas, delimitação e georreferenciamento das amostras.

Os materiais utilizados são: trena de 50 m; bússola, canos de PVC de ½” para delimitação das parcelas; pincel permanente para marcação nas fitas plásticas coloridas facilitando a visualização e o balizamento das equipes de inventário e GPS. As dificuldades são superadas e sempre que possível ocorre comunicação entre as equipes. As fitas coloridas além da marcação das parcelas também são utilizadas como “e-mail” entre eles, pois facilita a comunicação entre as equipes, por exemplo, presença de morimbundos (caba no Amazonas) e coleta botânica de árvores não identificadas.

Equipe de inventário florestal – Considerando o tamanho da parcela de 20 x 125 m e dividindo em lado direito e esquerdo são necessários para instalação de parcelas permanentes: 2 engenheiros florestais, 4 identificadores botânicos e 4 auxiliares de campo. Os auxiliares são importantes para auxiliar na marcação do ponto de medição e na amarração das placas nas árvores. Para as parcelas temporárias o pessoal de campo pode ser otimizado, ou seja, os auxiliares de campo não são necessários, mantendo-se os 2 engenheiros e os 4 identificadores.

A principal variável coletada é o diâmetro à altura do peito (DAP), pois é de fácil mensuração e obtenção, diminuindo os erros não amostrais. Esses erros são os cometidos por negligência na marcação das parcelas; imprecisão nas medições causadas pelo operador e por instrumentos; erros de registro das anotações e processamento. Os erros não amostrais podem contribuir significativamente para a magnitude do erro total podendo se tornar maiores que os erros amostrais.

Nesses levantamentos as fitas diamétricas sofrem um desgaste muito rápido, principalmente quando chove, prejudicando a leitura e observação pelos mateiros. Para contornar essas dificuldades e minimizar erros não-amostrais diariamente ao retornar do campo recomenda-se limpar a fita diamétrica e com pincel permanente de ponta fina recobrir as marcações. A manutenção dos identificadores nos inventários florestais também é de suma importância para a identificação botânica, pois facilita a comunicação entre eles e o identificador botânico, reduzindo as incertezas quanto aos nomes vulgares, determinando os gêneros, espécies e famílias botânicas (Resolução CONAMA n° 406/2009).

Outra justificativa para a coleta do DAP é o uso de modelos alométricos de simples entrada, ou seja, com uma única variável independente. Os modelos de dupla entrada são mais precisos, mais o bom senso determina o uso somente do DAP quando comparado com os modelos com DAP e H_C uma vez que a variável altura é de difícil medição.

O levantamento de não madeireiros, regeneração natural e necromassa estão inseridos dentro das equipes de inventário. Para a regeneração natural são instaladas parcelas de 10 x 10 m, sendo uma no início e outra no final da parcela de 20 x 125 m. A necromassa é feita juntamente com o inventário de árvores vivas, ou seja, mensurando as árvores mortas em pé e no chão que estão dentro da parcela.

Um dos aspectos que merece atenção é a utilização de pregos galvanizados em parcelas permanentes para identificação das árvores. Isso provoca deformação no tronco,

algumas vezes são expulsos, outros vezes engolidos (Figura 01 a, b e c) e provocam danos no momento de desdobrar a tora.



Figura 01 - a - Deformação no tronco da árvore; b – Prego sendo expulso; c – Placa sendo engolida pela árvore; d – Placa sendo encoberta por casa de cupins.

Por outro lado, a experiência do Laboratório de Manejo Florestal do INPA é satisfatória e não provoca danos no tronco das árvores, minimizando prejuízos e mantendo a qualidade do fuste. A Figura 2 caracteriza o material e o procedimento de campo quando da instalação de parcelas permanentes. Para medição do diâmetro utiliza-se fita diamétrica e para identificação das árvores são necessários: punção numérico para numerar as placas de alumínio (3 x 6 cm); fio de nylon (0,90 de pescaria) para amarrar as placas e tinta vermelha para marcação dos pontos de medição (Figura 02 a, b, c e d).



Figura 02 - a - Medição do DAP; b – Uso do fio de nylon e placa (identificação da árvore); c – Marcação do ponto de medição para facilitar a remedição; d – Disposição no campo

Equipe de Botânica – Esta equipe é representada por 1 engenheiro florestal ou biólogo e 2 auxiliares de campo para escalada nas árvores. A botânica refina as identificações realizadas pelos mateiros, que com mais de 30 anos de experiência ainda possuem dúvidas. A árvore que não é identificada no inventário é marcada com fita plástica colorida para que seja efetuada a coleta e posterior identificação.

Para a identificação botânica é realizado a caracterização do indivíduo arbóreo considerando o tronco, a base da árvore, tipos de exudados, finalizando com a coleta de material botânico que são galhos com folhas, frutos ou flores. Para essa coleta são utilizados de garras de aço e peconhas para escalada e com auxílio de um podão são coletadas as amostras. Quando não for possível escalar a árvore o uso de espingarda calibre 16 pode ser necessária.

Para o manejo florestal a identificação botânica melhora a qualidade das informações e a confiabilidade do inventário, porém ainda é vista como custo e não como investimento. É um instrumento que oferece segurança para o responsável técnico e principalmente para o empresário que terá a certeza da matéria-prima a ser comercializada. Por isso, em todos os inventários realizados pelo INPA é prioridade levar uma equipe para coleta botânica.

Equipe Madeira Caída – Composta de 1 engenheiro(a) florestal e 3 auxiliares de campo. Visa demonstrar a importância dos recursos florestais e introduzir a cultura florestal. O objetivo dessa equipe é cubar um grande número de árvores caídas naturalmente para gerar modelos alométricos de volume comercial e determinar a altura dominante do sítio. Além disso, o potencial desse recurso é determinado visando a utilização e o envolvimento dos comunitários na valoração dos recursos florestais. Outro elemento é que com o desenvolvimento do fator de correção para cada sítio é possível corrigir o modelo de biomassa desenvolvido por Silva (2007).

Pela facilidade da árvore estar no chão, foram mensuradas as alturas: comercial (comprimento do fuste até a primeira bifurcação) e total com o auxílio de trena métrica. A altura comercial foi dividida em 10 partes (ou seções), sendo que em cada seção foram medidos os diâmetros da base e do topo com o auxílio de uma suta. O volume de cada seção resulta da multiplicação da área basal média (base e topo) pelo comprimento da seção (1/10 da altura comercial) e o somatório dos volumes das 10 seções resulta no volume real (figura 3).



Figura 03 - Procedimentos da cubagem rigorosa de árvores caídas ilustrando: a) foto de árvore recém-caída e medição da altura com o uso de trena; b) esquema de cubagem de árvore caída dividindo a altura comercial em 10 partes; c e d) medição de diâmetro com o uso da suta em cada seção.

As árvores caídas apresentam dificuldades de identificação. Para isso, foram coletadas amostras em forma de cunha ou setores, considerando a medula, cerne, alborno e casca (figura 04). As amostras foram secas ao ar livre e depois enviadas para os laboratórios de anatomia da madeira para identificação e de química para determinação de extrativos, ambos da coordenação de pesquisas em produtos florestais (CPPF/INPA).



Figura 04 - Coleta de amostras para identificação anatômica.

Equipe de Solos – Composta por um engenheiro florestal e um auxiliar de campo. Essa equipe acompanha geralmente o pessoal da picada. Não se tenta realizar estudos aprofundados sobre os solos dos diferentes sítios visitados, mas sim aproveitar o esforço de coleta e caracterizar os tipos de solo (Figura 05).



Figura 05 - Coleta de amostras de solo para fins de caracterização.

Equipe Socioambiental – Grupo de profissionais da área social. O grupo vem corroborar com informações dos aspectos relativos às atividades socioeconômicas e culturais das localidades, ou seja, de todas as unidades de conservação de uso sustentável (Resex) estudadas. Além disso, verifica as condições de saúde e ambientais visando contribuir para a elaboração do plano de uso. Em síntese o produto desse grupo é um diagnóstico socioambiental.

Para a realização de qualquer inventário, seja para a pesquisa, planos de manejo florestal sustentável, para planos em unidades de conservação de uso sustentável, a nível estadual e federal é importante que haja sistematização e padronização de procedimentos. No entanto, para cada tipo de objetivo algumas condições serão mais importantes que outras. Por exemplo, no inventário para planos de manejo em unidades de conservação todos os componentes citados e outros devem ser considerados ao passo que um inventário para fins de estoque de carbono o esforço de coleta e o custo será bem mais reduzido e quantidade de informações para responder as indagações do inventário serão mínimas. Por isso, depende muito dos objetivos e dos recursos necessários para a execução.

Os esforços não se encerram com levantamento de campo. No laboratório as planilhas de dados são digitadas e tratadas agilizando o processamento e a análise de dados. Sempre que possível a digitação e o tratamento dos dados inicia-se ainda em campo, pois mantém a memória viva do dia de trabalho e diminui dúvidas entre os participantes. Os dados proporcionam estatísticas descritivas; estimativas para o número de árvores, área basal e volume por hectare com seu intervalo de confiança (IC 95%); as mesmas variáveis por hectare, por classe diamétrica, por espécies e categoria de sortimento (IC 95%); para número de árvores (n), área basal (AB) e volume de madeira (vol) por hectare das 10 espécies com maior IVI e com DAP \geq 10 cm e estimativas de Carbono em tonelada (t) por hectare, por classe de diâmetro e por categoria de biomassa segundo o IPCC. Essas estimativas são informações imprescindíveis num relatório final de inventário florestal.

Equipe de Não madeireiros – Desde 2004 o grupo vem realizando inventário de não madeireiros. Várias tentativas já foram realizadas, porém os insucessos são maiores. Ainda não se tem uma metodologia que possa mostrar o potencial com incerteza embutida na média encontrada. Isso deixa dúvidas e para fins de planejamento não é recomendado.

Mesmo com alguns instrumentos legais como a Instrução Normativa n° 001 de 11 de fevereiro de 2008⁸ os não madeireiros ainda são uma lacuna, pois não se tem metodologia que forneça uma informação confiável e precisa. Tudo é baseado na prática tradicional de coleta de cipó pelas populações tradicionais e indígenas na forma de distribuição geográfica e ecológica da espécie em todo o território amazônico. Esse instrumento é recente e desde 2004, várias tentativas foram realizadas durante os levantamentos de campo, mas sem sucesso.



Figura 06 – Produtos não madeireiros.

4.3 Coleta de Dados

4.3.1 Alometria de volume comercial

A obtenção de árvores-amostra para ajustar as equações de volume, utilizou a cubagem de árvores recém-caídas, ou seja, em bom estado de conservação. As árvores sem decomposição aparente que possibilitavam a obtenção de informações dendrométricas como diâmetro a 1,30 m do solo (DAP), diâmetros das secções ao longo do fuste, altura comercial e total foram cubadas rigorosamente. Todo esse esforço é para produzir modelos alométricos para estimar volume comercial e determinar a altura dominante para corrigir os modelos de biomassa desenvolvidos por Silva (2007).

O inventário dessas árvores foi realizado simultaneamente ao inventário das árvores em pé, dentro das parcelas instaladas. Para a madeira caída não há rigor de seguir as parcelas, mesmo árvores fora da mesma e em bom estado foram cubadas. Por outro lado, as árvores caídas dentro das parcelas de 20 x 125 m foram inventariadas para determinação da necromassa e quando possível cubadas.

⁸ Regulamenta a coleta do cipó-titica (*Heteropsis flexuosa*), cipó timbó-açú ou titicão (*Heteropsis jenmanii*) e cipó-ambé (*Philodendron* sp.) com procedimentos básicos relativos à utilização sustentável da espécie no Estado do Amazonas, tendo em vista as práticas já adotadas pelos extrativistas e os resultados das pesquisas científicas.

Para cubagem rigorosa foi utilizada a determinação do volume individual das árvores caídas. A combinação dos métodos *Smalian* (medição do diâmetros na base e do topo de cada seção) e *Hohenald* (divisão relativa do comprimento da secção) foi determinado o volume real, classificando as toras quanto ao aproveitamento (0,25, 50, 75 e 100%). A combinação desses métodos pode ser observado pela expressão matemática abaixo e pela Figura 07.

$$V_{com} = \frac{\pi}{4} \times \left\{ \left(\frac{D_0^2 + D_{10}^2}{2} \right) + D_1^2 + D_2^2 + D_3^2 + D_4^2 + D_5^2 + D_6^2 + D_7^2 + D_8^2 + D_9^2 \right\} \times \frac{H_c}{10}$$

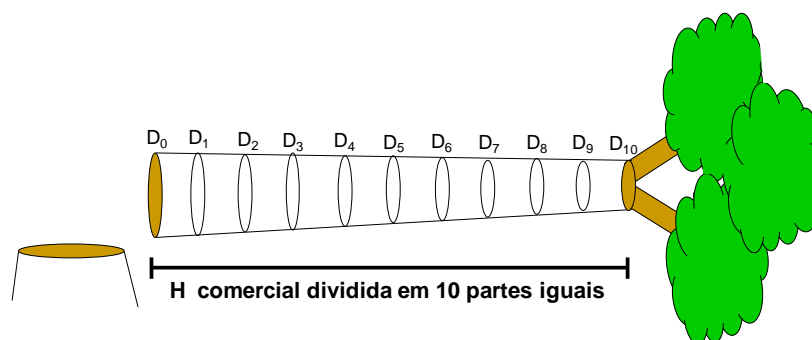


Figura 07 - Esquema de cubagem de árvore caída dividindo a altura comercial em 10 partes iguais.

Após a coleta os dados foram digitados em uma planilha eletrônica do Excel. Posteriormente foram conferidos, analisados e processados pelo Systat 10.2. Dezoito modelos volumétricos, de freqüente uso na mensuração florestal, foram ajustados para a obtenção do volume individual com casca para as árvores cubadas. Os modelos lineares foram ajustados pelo método dos mínimos quadrados; os modelos não lineares pelo método de quadrados mínimos não lineares, com o uso do algoritmo *Gauss-Newton* para aproximação linear (Bates e Watts, 1988). Em cada modelo testado foram aplicadas análises de variância e teste de significância dos coeficientes (Draper e Smith, 1996), Neter e Wasserman (1974) e Weiss e Hassett (1982), utilizando o pacote estatístico SYSTAT (versão 10.2).

O importante é que todos os indicadores recomendados na literatura pertinente (Draper e Smith, 1966 e Santos, 1996) de desempenho dos modelos testados foram utilizados neste trabalho. Para a escolha dos modelos, o coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{ajustado}$), coeficiente de correlação (R); desvio padrão da média em porcentagem ($S_{yx\%}$) e a distribuição dos resíduos foram os critérios de seleção.

O coeficiente de determinação indica o quanto da variação (em %) dos dados é explicado pelo modelo. O erro padrão de estimativa demonstra a precisão do modelo. Para se

ter dimensão exata da precisão do modelo, este erro tem que ser calculado em relação à média da variável dependente da seguinte maneira:

$$Erro\% = \left[\left(\frac{EPE}{\sqrt{n}} \right) / média \right] \times 100$$

Para comparação dos modelos logarítmicos *versus* não logarítmicos o erro padrão da estimativa foi recalculado, pois só se pode fazer comparações com modelos de mesma natureza. Em geral, a saída (output) na maioria dos pacotes estatísticos, o erro padrão de estimativa (EPE) de modelo logarítmico é apresentado com base no logaritmo, natural (ln) ou na base 10 (log).

Nesses, a variável dependente é ln P (logaritmo do peso) e nos não logarítmicos é o P (peso). O ln P é uma boa variável dependente, mas não tem o menor sentido prático porque a comunicação sobre biomassa ou carbono é sempre feita por meio de peso. Portanto, o ln P tem que ser transformado em peso, que é real e facilita a comunicação.

Na literatura, há vários índices recomendados para corrigir o erro padrão de estimativa de modelos logarítmicos. Os principais fatores de correção são:

$$IF = (EPE) \times \exp\left(\sum LnV/n\right), \text{ onde IF = Índice de Furnival}$$

$$Sprugel = (EPE) \times \exp\left(EPE^2/p\right) \text{ onde } p = \text{número de coeficientes}$$

$$Santos = (EPE) \times \exp(QMR/2) \text{ onde QMR = quadrado médio dos resíduos}$$

Uma vez o modelo determinado e escolhido, aplicou-se uma análise de covariância – variáveis Dummy - (Teste de Paralelismo) para verificar a possibilidade de obter um único modelo de volume para o Estado do Amazonas.

4.3.2 Inventário Florestal Contínuo (IFC)

Nesse estudo foram utilizados 15 sítios inventariados pelo LMF/INPA. Todos foram realizados com o mesmo tamanho de parcelas (20 x 125 m) e DAP \geq 10 cm, exceto para Manacapuru que foi utilizado o DAP \geq 20 cm e Trombetas, no Pará. A Figura 08 caracteriza a instalação de uma parcela permanente, mostrando os materiais necessários e o envolvimento da comunidade (Figura 08).



Figura 08 - a) Dinâmica de campo; b) identificação da árvore; c) amarração da placa e pintura do ponto de medição; d) disposição no campo ao final do inventário.

A metodologia para o inventário florestal contínuo (IFC) no Estado do Amazonas foi baseada nas referências clássicas como Husch *et al.*, (1972), Loestsch *et al.*, (1973), Cochran (1977), Péllico Netto e Brena (1997) e Campos e Leite (2002). Na Amazônia, os IFC's são normalmente sinônimos de parcelas permanentes. No entanto, há ainda mais três alternativas para levar em consideração, como são mostradas na Figura 09, onde: u = nº de amostras temporárias da 1ª ocasião, n = nº de temporárias da 2ª ocasião e m = nº de amostras permanentes de qualquer ocasião.

As análises sobre os padrões de crescimento das espécies florestais, assim como as comparações de desempenho de parcelas permanentes e temporárias, foram realizadas de acordo com Neter e Wasserman (1974), Weiss e Hassett (1982), Miliken e Johnson (1984), Gurevitch e Chester (1986), von Ende (1993), Péllico Netto e Brena (1997) e Campos e Leite (2002). O crescimento e incremento em volume e biomassa foram com base anual de acordo com o número de anos da cronossequência ou das ocasiões medidas em cada sítio e por hectare.

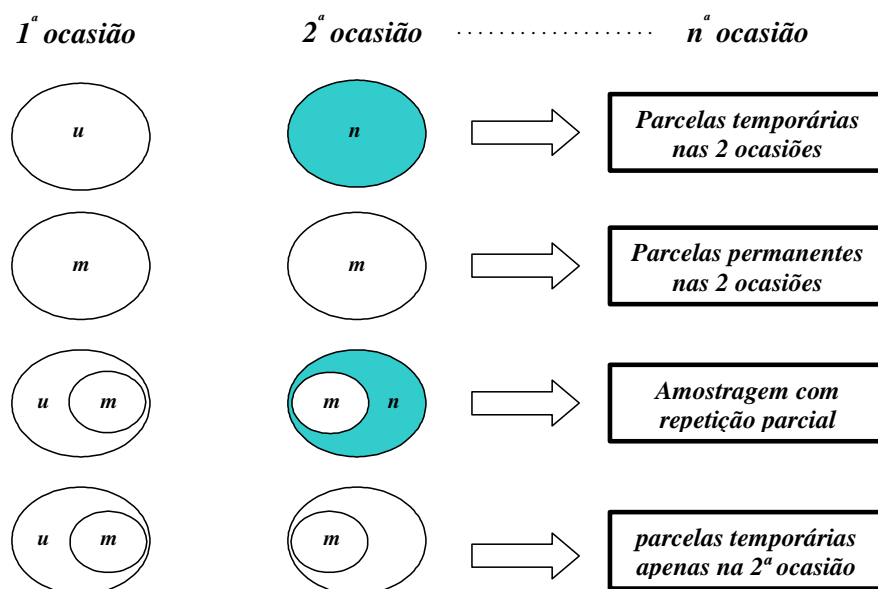


Figura 09 - Alternativas esquemáticas de inventário florestal contínuo (Husch *et al.*, 1973).

4.3.3 Material de Campo



Figura 10 – Equipamentos para inventário florestal contínuo (IFC) e de todas as equipes envolvidas no trabalho de campo.

A Figura 10 caracteriza todo o material de campo necessário para a realização de inventário florestal pelo INPA. Dentro desse tipo de levantamento são considerados outros grupos de pesquisa, como identificação botânica, caracterização de solos e madeira caída. Para o inventário florestal tradicional as equipes principais envolvidas são: picada e inventário.

4.3.4 Coleta de Material Botânico

A coleta do material botânico foi realizada em todas as amostras inventariadas. Para as primeiras parcelas coletou-se o máximo de amostras e principalmente as não identificadas pelos mateiros. Para facilitar o maior número de coletas numa escalada, escolheu-se uma árvore que ao subir possa acessar os galhos ou os ramos férteis ou estéreis. Os mesmos foram cortados com um podão conectado a varas de alumínio, erguida do chão por uma corda.

Na maioria das vezes as coletas foram realizadas por escalada das árvores com o auxílio de peconha. Para árvores entre $35 \leq \text{DAP} < 50$ cm, sem um indivíduo próximo que possibilitasse a subida com peconha, utilizou-se de garras. E quando necessário as coletas foram realizadas por espingarda calibre 16. Todas as amostras de plantas coletadas foram prensadas e conservadas em álcool 96% e transportadas em sacos plásticos até o INPA. Em seguida foram desidratadas em estufa elétrica a 65°C e identificadas, sendo os nomes botânicos conferidos com a página da WEB do Missouri Botanical Garden (www.mobot.org). As amostras não identificadas com nomes científicos receberam códigos de morfotipo (desconhecidas).

Para cada espécime foram coletadas no mínimo cinco amostras preferencialmente fértil, isto é, com flores e/ou frutos, pois estes órgãos são essenciais na classificação dos vegetais. Além disso, dados de características do fuste, base, exsudatos foram anotados em uma planilha pré-elaborada, para posterior análise de cada amostra no processo de identificação. A seguir a Figura 11 caracteriza as etapas de coleta de material botânico até a secagem e o APÊNDICE N consta as espécies identificadas botanicamente.



Escalando com a peconha



Manuseando o podão



Escalando com a garra



Coletando com a espingarda.



Amostra estéril coletada



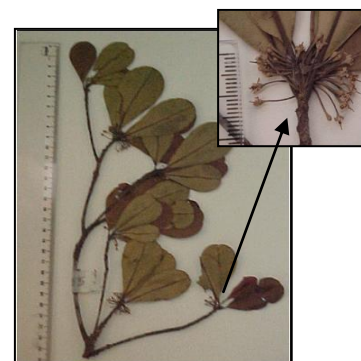
Amostra fértil coletada



Prensagem das amostras



Secagem das amostras



Amostra para identificação

Figura 11 – Procedimentos de coleta botânica até elaboração da excicata.

4.4 Dinâmica Florestal

Os parâmetros dendrométricos estimados foram: área basal ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$), volume do tronco com casca ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), biomassa fresca acima do nível do solo ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) e carbono ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$). O volume foi utilizado para a predição de ciclo de corte para o manejo florestal e o carbono para a determinação dos estoques e balanço de carbono. Todas as estimativas foram apresentadas em função dos indivíduos por hectare e por classe diamétrica com sua incerteza embutida.

- **Estimativa de Área Basal (G)**

A área basal individual foi obtida por meio da seguinte fórmula:

$$g_i = \frac{\pi * (DAP^2)}{4} \quad G = \sum_{i=1}^n g_i, \text{ onde:}$$

g_i = área da secção transversal individual;

G = área basal em m^2 ; e

DAP = diâmetro à altura do peito em m.

- **Estimativas do Volume com Casca (V)**

A estimativa do volume comercial bruto com casca de árvore em pé para todos os indivíduos com $DAP \geq 10$ cm foi obtida por meio da equação desenvolvida por Higuchi *et al.* (1997) para a região central de Manaus, da seguinte maneira:

$$\ln V = -7,335 + 2,121 \cdot \ln(DAP) \quad [R^2 = 0,95 \text{ e } S_{yx} = 0,27] \text{ onde:}$$

\ln = logaritmo natural;

V = volume comercial com casca em m^3 ; e

DAP = diâmetro à altura do peito em cm.

- **Estimativa de biomassa fresca e carbono da vegetação arbórea ($DAP \geq 10$ cm): definições e modelos**

Nesse estudo vegetação arbórea foi definida como espécies arbóreas com diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual a 10 cm. A biomassa fresca acima do nível do solo foi estimada com auxílio de modelos bioestatísticos de simples entrada desenvolvidos por Silva *et al.*, (2007). Observa-se que os modelos propostos apresentam conjuntamente como variável independente o DAP .

Para a biomassa fresca acima do nível do solo foi utilizado o modelo não-linear proposto por Silva (2007).

$$PF_{abg} = 2,2737 \times (DAP)^{1,9156} \quad (R^2=0,85 \text{ e incerteza}= 4,2\%)$$

PF_{abg} = peso fresco acima do solo em kg

DAP = diâmetro à altura do peito, em cm;

Para a biomassa fresca total (aérea e raízes) foi utilizado o modelo não-linear proposto por Silva (2007).

$$PF_{tot} = 2,7179 \times (DAP)^{1,8774} \quad (R^2=0,94 \text{ e incerteza}= 3,9\%)$$

Onde:

PF_{tot} = peso fresco total em kg

DAP = diâmetro à altura do peito, em cm;

Para biomassa seca abg e total tem-se: peso seco (PS) obtido com utilização dos teores de água determinados por Silva (2007), que são, respectivamente, 40,8% e 41,6%.

$$PS_{abg} = (PF_{abg}) \times 0,592$$

$$PS_{tot} = (PF_{tot}) \times 0,584$$

Para o carbono (C) da vegetação arbórea utilizou-se do teor de carbono determinado por Silva (2007), que é 48,5%.

$$C_{abg} = (PS_{abg}) \times 0,485$$

$$C_{tot} = (PS_{tot}) \times 0,485$$

O modelo aplicado para a estimativa da biomassa da vegetação arbórea com $DAP \geq 20$ cm foi validado em Tomé-Açu por Araújo *et al.* (1996). Outros trabalhos estão sendo realizados para estimar carbono visando projetos de REDD, como a iniciativa do Projeto da RDS do Juma, em Nova Aripuanã e mais recentemente a do Estado do Amapá.

4.5 Desenho Experimental

4.5.1 Parcelas temporárias

Análise de estoques (volume ou biomassa) e diferenças de estoques com o passar do tempo (na cronossequência) – base anual. Cronossequência 1995-2005 – 11 anos, sendo que:

idade 1 (talhão explorado em 2005), idade 2 (talhão explorado em 2004), ... idade 11 (talhão explorado em 1995). Primeiro foi efetuada a análise de variância para verificar os efeitos das variáveis independentes (tempo) sobre a dependente (volume ou biomassa) sem os pressupostos restritivos da natureza das relações estatísticas. Depois disso, aplicou-se a análise de regressão para explorar a característica quantitativa das variáveis independentes.

a) Comparação de médias: Análise de variância de simples entrada, ou seja, fontes de variação entre diferentes idades e dentro da mesma idade.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots \mu_{11}$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \dots \mu_{11}$$

μ_1 = volume (carbono) da idade 1

μ_2 = volume (carbono) da idade 2

μ_{11} = volume (carbono) da idade 11

$$\text{Modelo linear aditivo: } Y_{ij} = \mu_j + \varepsilon_{ij}$$

onde:

Y_{ij} = é o valor da variável resposta do 1-ésimo indivíduo da j-ésima idade

μ_j = parâmetros

ε_{ij} = erros independentes para $i = 1, 2, \dots, n$ e $j = 1, 2, \dots, 11$

b) Análise de Regressão: variável dependente sendo estoque em volume ou carbono estimado em cada parcela (de um total de 186) e idade (tempo depois da exploração) como variável independente. Vários modelos foram testados. O melhor modelo foi utilizado para fazer projeções. Em princípio, foi testado o seguinte modelo básico:

$$\ln V_i = \beta_0 + \beta_1 (I)^{-1} + \varepsilon_i, \text{ onde:}$$

$\ln V_i$ = crescimento em volume ou biomassa por hectare de cada parcela temporária

I = tempo após a exploração

β_0 e β_1 = coeficientes de regressão

ε_i = erro aleatório

4.5.2 Parcelas permanentes: Projeto Bionte

Análise dos estoques (volume ou carbono) em parcelas permanentes medidas em, no mínimo, 3 ocasiões diferentes. Foram considerados os seguintes fatores: tempo de exploração, classes de diâmetro e 17 medidas de estoque (volume ou carbono). O teste usado foi a Análise de Variância de parcelas repetidas.

H₀: O padrão de incremento individual não depende do tempo de exploração (TE), das classes de diâmetro (CD) e do tempo (T).

H₁: O padrão de incremento individual depende do tempo de exploração (TE), das classes de diâmetro (CD) e do tempo (T).

O modelo linear aditivo para este teste será o seguinte:

$$X_{ijkl} = \mu + v_i + \psi_{k(i)} + \tau_j + v\tau_{ij} + \tau\psi_{jk(i)} + v\psi\tau_{ijk} + v\psi\tau\omega_{ijkl} + \varepsilon_{m(ijkl)} \text{ onde:}$$

v_i = efeito dos tempos de exploração (TE) nos estoques

$\psi_{k(i)}$ = efeito da parcela medida dentro da respectiva TE

τ_j = efeito do tempo (T) de remedição (diferentes ocasiões)

$v\tau_{ij}$ = interação TE x T

$\tau\psi_{jk(i)}$ = interação parcela x TE

$v\psi\tau_{ijk}$ = interação parcela x TE x T

$v\psi\tau\omega_{ijkl}$ = interação parcela x CT x CD x T

$\varepsilon_{m(ijkl)}$ = erro

Os valores de F foram substituídos por G-G e H-F, que são probabilidades ajustadas por Greenhouse-Geisser e Huynh-Feldt, respectivamente, segundo Gurevitch e Chester (1986) e von Ende (1993). A inferência foi realizada utilizando o menor fator de correção (G-G ou H.F).

4.6 Custos de instalação e 1ª medição de Parcelas Permanentes e Temporárias

Para a determinação do custo de instalação e medição na primeira ocasião de um sistema de IFC foram considerados todos os levantamentos realizados no Estado do Amazonas. Isso foi possível pelo financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisas do Estado do Amazonas (Fapeam), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e

Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (Capes). Além de cooperações técnicas com instituições públicas como privadas também foram importantes.

Para instalação e primeira medição, os seguintes elementos de despesas foram considerados:

- (i) pessoal de campo (salários e diárias)
- (ii) impostos sobre serviços para trabalhadores temporários
- (iii) alimentação
- (iv) medicamentos
- (v) combustíveis e lubrificantes
- (vi) passagens (aéreas e fluviais)
- (vii) serviços de terceiros
- (viii) peças de reposição para os meios de transporte
- (ix) material de consumo (limpeza e de expediente)
- (x) aluguéis (barco, carros e outros)

Para o monitoramento de parcelas permanentes (re-medições), os seguintes elementos foram considerados:

- (i) pessoal de campo (salários e diárias)
- (ii) impostos sobre serviços para trabalhadores temporários
- (iii) alimentação
- (iv) medicamentos
- (v) combustíveis e lubrificantes
- (vi) materiais de consumo

O custo de monitoramento foi obtido pela experiência do projeto Bionte do Grupo de Pesquisas em Manejo Florestal do INPA. São parcelas permanentes, de 1 hectare, instaladas em 1980 (DAP \geq 25 cm), com DAP mínimo rebaixado para 10 cm a partir de 1986. As mesmas são monitoradas anualmente desde 1990. Além do projeto Bionte foram utilizados das experiências da Embrapa-AC e ST Manejo Florestal Ltda, Ecoflorestal, Imazon e Amasoft – PA.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Aos tomadores de decisão

5.1.1 Inventário Florestal Contínuo

✓ O Estado do Amazonas conta atualmente com uma rede de 1254 parcelas permanentes e temporárias (20 x 125 m); 18 parcelas permanentes de 100 x 100 m e 60 parcelas de 2 x 125 m em Trombetas (PA) capazes de proporcionar informações sobre a dinâmica florestal e determinação de estoques e balanço de carbono.

✓ Esse número de parcelas corresponde a uma área amostrada de 331,5 ha no Estado do Amazonas.

✓ Todos os estudos tiveram as espécies identificadas botanicamente (Apêndice N) melhorando a qualidade da identificação e a confiabilidade sem onerar custos.

✓ O Estado do Amazonas conta com uma lista oficial de espécies identificadas botanicamente.

✓ O diâmetro médio da vegetação arbórea do Estado do Amazonas com $DAP \geq 10$ cm é de $21,9 \pm 0,4$ cm (IC 95%).

✓ Nesse estudo foram mensuradas 149.819 árvores com $DAP \geq 10$ cm.

✓ A média do número total de árvores inventariada nos estudos foi de 10.419 ± 2163 indivíduos (IC 95%).

✓ O número de indivíduos por hectare com $DAP \geq 10$ cm foi de $505 \pm 52,4$ (IC 95%);

✓ Todos os sítios estudados tiveram uma incerteza abaixo de 10%, mostrando que o método adotado é confiável, replicável e auditável.

✓ O sistema mostra que é possível determinar estoques com uma única ocasião e o balanço de volume ou carbono em múltiplas ocasiões.

✓ As incertezas referentes às médias estimadas deverão ser melhoradas com ampliação de parcelas no Estado.

✓ Para fins de planejamento é necessário considerar a sazonalidade dos rios amazônicos, pois a acessibilidade é afetada por esse humor.

✓ O método de inventário florestal contínuo proposto pode ser utilizado em planos de manejo florestal sustentável, em unidades de conservação e a nível estadual e também a nível municipal.

5.1.2 Dinâmica Florestal do Estado do Amazonas

5.1.2.1 Biomassa e Carbono

- ✓ O estoque médio de biomassa total para o Estado do Amazonas é de $563,56 \pm 38,66$ t.ha⁻¹ (IC 95%);
- ✓ O estoque médio de carbono total para vegetação arbórea do Estado do Amazonas $160,34 \pm 11,25$ t.ha⁻¹ (IC 95%);
- ✓ O estoque médio de carbono abaixo do nível do solo foi estimado em $21,53 \pm 1,5$ t.ha⁻¹ (IC 95%);
- ✓ A floresta da região central de Manaus deve estar funcionando como sumidouro de carbono;
- ✓ O projeto BIONTE, com suas três parcelas permanentes testemunhas demonstra que passados 22 anos de monitoramento, mesmo considerando os fenômenos climáticos, continua respondendo positivamente quanto ao crescimento;
- ✓ Para o Projeto Bionte, DAP ≥ 25 cm e DAP ≥ 10 cm, respectivamente, a estimativa de fixação de carbono total foi de $0,72 \pm 0,04$ t C ha⁻¹ ano⁻¹ e $0,03 \pm 0,47$ t C ha⁻¹ ano⁻¹ (IC 95%);
- ✓ Para a Comunidade São José do Inambé, o valor foi de $0,91 \pm 0,94$ t C ha⁻¹ ano⁻¹ (IC 95%);
- ✓ Na área da Mil Madeireira Ltda, o estoque de carbono determinado para a cronossequência de 11 anos de exploração foi de $139,6 \pm 4,3$, enquanto que somente para o talhão explorado em 1995 foi de 154 t ha⁻¹ ± 25 (IC 95%);

5.1.2.2 Incremento em volume comercial de madeira

- ✓ No período de 1990-2007, a testemunha (T0) apresenta incremento corrente anual (ICA) de $1,8 \pm 0,75$ m³.ha⁻¹.ano⁻¹;
- ✓ Para as diferentes intensidades T1, T2 e T3 os ICA's são maiores que a testemunha, respectivamente, $4,6 \pm 0,99$ m³.ha⁻¹.ano⁻¹; $4,1 \pm 2,00$ m³.ha⁻¹.ano⁻¹ e $4,2 \pm 1,5$ m³.ha⁻¹.ano⁻¹;
- ✓ Para a testemunha do Bionte e o período de 1990-2007 as taxas anuais de recrutamento e mortalidade foram $0,92\% \pm 0,25$ e $1,1\% \pm 0,21$ (IC 95%);
- ✓ Para as diferentes intensidades (leve, médio e pesado) de corte as taxas anuais de recrutamento dos tratamentos T1, T2 e T3 foram respectivamente, $3,52\% \pm 0,92$;

3,28% \pm 0,87 e 4,19% \pm 1,05 (IC 95%); e as taxas de mortalidade foram 1,87% \pm 0,62; 1,84% \pm 0,75 e 1,98% \pm 0,51 (IC 95%);

- ✓ O retorno em volume para os tratamentos T1, T2 e T3 do Bionte foram estimados em 61, 68 e 70 anos;

5.1.3 Alometria para volume comercial de madeira

- ✓ Para os sítios estudados o modelo não linear foi o escolhido para estimar volume de madeira para indivíduos com DAP \geq 10 cm;
- ✓ Para a Mil Madeireira Ltda (Itacoatiara) o modelo não linear foi o escolhido, porém pode ser utilizado somente para árvores com DAP \geq 45 cm;
- ✓ Os resultados demonstram que para cada localidade é necessário desenvolver uma equação para evitar sub ou super estimativas;
- ✓ Isto ajudará os gestores públicos na análise e na fiscalização de Planos de Manejo Florestal Sustentável – PMFS no Estado do Amazonas;
- ✓ Os resultados sugerem que o inventário de madeira caída pode ser a saída para o desenvolvimento de modelos alométricos de volume comercial sem perder a precisão e a confiabilidade das estimativas;
- ✓ A altura dominante também pode ser obtida a partir do levantamento de madeira caída;
- ✓ A média da altura dominante para o Estado do Amazonas é de 27,1 m \pm 1,1 (IC 95%);
- ✓ A utilização da altura dominante é importante para a correção dos modelos de biomassa desenvolvidos para a região central de Manaus, evitando sub ou superestimativas quanto aos estoques de carbono.

Tabela 03 – Resultados dos modelos escolhidos para sítios estudados.

Equação	Sítio	DAP(cm)	n	a	B	R ²	S _{yx} (%)	Incerteza
V= a (DAP) ^b	Região Central de Manaus (ZF-2)	10	386	0,001176	1,99868	0,89	2,02	4,04
V= a (DAP) ^b	Itacoatiara (Mil Madeireira Ltda)	45	203	0,000512	2,16488	0,79	1,79	3,58
V= a (DAP) ^b	Fonte Boa (Resex Auati-Paraná)	10	206	0,001481	1,89155	0,82	4,86	9,72
V= a (DAP) ^b	Manicoré (Resex Lago do Capanã Grande)	10	99	0,000103	2,50456	0,94	3,54	7,08
V= a (DAP) ^b	Maués (Flona do Pau Rosa)	10	140	0,000567	2,14619	0,92	4,01	8,01
V= a (DAP) ^b	Barcelos (Resex do Rio Unini)	10	189	0,000596	2,105230	0,96	1,85	3,70

5.1.4 Custos de instalação e 1ª medição, monitoramento de um sistema de inventário florestal contínuo

- ✓ O custo médio do INPA para instalar e realizar a 1ª medição de um sistema de inventário florestal contínuo com parcelas de tamanho de 20 x 125 m foi de R\$ 554,66 ± 120,09 (IC 95%);
- ✓ Para o monitoramento apesar da alta incerteza o custo foi estimado em R\$ 334,93 ± 291,48 (IC 95%);
- ✓ Para um inventário florestal com 30 dias de campo recomenda-se a utilização de no mínimo 100 parcelas de 20 x 125 m distribuídas na área;
- ✓ O custo de inventário florestal considerando um grupo multidisciplinar e capacitação de recursos humanos para o Estado do Amazonas é de R\$ 74.455,67 ± 22.428,28 (IC 95%);

5.2 Memória do inventário florestal contínuo (IFC) no Estado do Amazonas

O experimento manejo florestal em escala experimental na região central de Manaus foi idealizado em 1980. Inicialmente, o objetivo foi responder, experimentalmente, as questões relacionadas com o manejo da floresta amazônica de terra-firme, momento que começava a ficar evidente a diminuição das reservas de madeira dura tropical de outros países. Diante disso, o inventário florestal contínuo (IFC) passa a ser uma ferramenta imprescindível para a compreensão da dinâmica florestal.

A preparação da área, incluindo demarcações dos blocos experimentais, inventário florestal, inventário diagnóstico da regeneração natural e análise estrutural foi realizada nesse ano e contou com o apoio do Convênio CNPq-INPA/BID/FINEP. Em 1987 foi realizada a intervenção na floresta natural usando diferentes intensidades de corte e contou com o apoio do CNPq e CIRAD-Forêt. Os estudos continuaram e em 1991 continuou com o apoio do CNPq, modalidade Projeto Integrado de Pesquisa.

Em 1992, o manejo florestal passou a ser um componente do projeto BIONTE (Biomassa e Nutrientes Florestais), que foi financiado por meio de um Convênio entre MCT-INPA/DFID (ex-ODA) do Reino Unido. O projeto avaliou os efeitos da exploração seletiva de madeira sobre nutrientes do solo e da vegetação, mesofauna do solo, serapilheira fina e grossa, micorriza, matéria orgânica do solo, hidrologia e hidroquímica do sistema, banco e chuva de sementes, nitrogênio do solo, raízes, cupins, plantas de sub-bosque, répteis e anfíbios, mamíferos terrestres, aves e fenologia das espécies arbóreas. Os resultados desse estudo foram apresentados no relatório final do BIONTE, entregue ao DFID durante o Simpósio Internacional “Bases

Científicas para o Manejo Florestal na Amazônia Brasileira,” em Manaus (AM), entre 17 e 19/11/97 (BIONTE, 1997).

Essa iniciativa avançou bastante quanto à definição de indicadores de sustentabilidade ecológica para o manejo florestal. Por outro lado, os estudos sobre dinâmica florestal relacionando, crescimento e incremento, com as variáveis área basal, volume, biomassa, carbono, incremento periódico anual, taxas de recrutamento e mortalidade ainda continuam, pois são de suma importância para a conservação dos recursos florestais; prescrição de tratamentos silviculturais e definição de ciclo de corte. Além disso, os estudos têm a intenção de complementar os trabalhos de BIONTE (1997), Amaral *et al.* (1998), Armitage (1998) e Silva (1996).

A pesquisa é dinâmica e em 1996 foi aprovado o “Projeto Jacaranda”, produto de uma cooperação científica, entre pesquisadores japoneses e brasileiros (Convênio MCT-INPA e JICA) e considerou cinco componentes de pesquisas. As pesquisas foram: padrões de distribuição espacial dos tipos florestais (sensoriamento remoto); dinâmica da floresta natural; características do sítio (química e física do solo); ecofisiologia de sementes (e tecnologia) e adaptabilidade de sítio (plantios).

Considerando que a idade das árvores no Estado do Amazonas varia de 490 ± 76 anos (IC 95%) e a mais velha 1480 anos (Chambers e Higuchi, 1998 e Chambers e Higuchi, 2001), mostra que 30 anos de pesquisa é incipiente. Dentro desse contexto um novo esforço foi idealizado e colocado em prática no Estado do Amazonas. Trata-se do projeto intitulado “*Inventário florestal contínuo em áreas manejadas e não manejadas do Estado do Amazonas*”, aprovado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam) que teve duração de quatro anos (2004-2007).

Com aprovação do projeto, o Laboratório de Manejo Florestal (LMF) não mediu esforços e 1390 parcelas permanentes e temporárias foram instaladas, sendo que 60 parcelas estão no Estado do Pará. Durante a execução, muitos colaboradores contribuíram, como Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Instituto de Tecnologia da Amazônia (UTAM), atual Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e o Instituto Chico Mendes para a Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

A Tabela 3 caracteriza os sítios estudados desde 2004 até hoje. São áreas sob manejo florestal empresarial e em pequena escala (Zona Franca Verde); unidades de conservação de uso sustentável federal e estadual e áreas de instituições de pesquisa do INPA e da Embrapa.

Para as empresas privadas foram instaladas parcelas permanentes e temporárias nos talhões explorados. Para a Mil Madeireira (Itacoatiara) utilizou-se uma cronosequência de 11 anos (1995-2005) de exploração, enquanto que para a ST Manejo de Florestas Ltda (Lábrea) foram utilizados dois talhões, sendo Iracema I (2000 x 4450 m) e Rio Novo (2350 x 3000 m), ambos explorados em 2003. Vale ressaltar que a Embrapa do Acre já havia iniciado estudos de IFC em outros talhões explorados pela ST Manejo de Florestas Ltda.

A lacuna na porção oeste do Estado do Amazonas, precisamente a região do Alto Solimões e os incentivos aos planos de manejo em pequena escala, fizeram com que os estudos fossem direcionados pra essa região. Foram instaladas parcelas em áreas que estavam realizando atividade florestal. Porém, a situação não são as mais favoráveis, pois muitos entraves existem, como a burocracia, atraso na expedição de licenças, falta de documentação fundiária e sazonalidade dos rios fez com que muitas licenças expirassem o prazo, prejudicando o setor florestal no Estado.

As unidades de conservação de uso sustentável tanto a nível federal e estadual também estão inseridas no sistema de IFC do Estado do Amazonas. Diante disso, destaca-se o envolvimento do Instituto Brasileiro de do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) representado pelo Centro Nacional de Desenvolvimento Sustentado e Populações Tradicionais (CNPT/Ibama) e atualmente o Instituto Chico Mendes para Conservação da Biodiversidade (ICMBio), pois foram importantes tanto como gestores como financiadores dos levantamentos de campo. A nível estadual a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam) destacou-se pela inovação e dedicação ao cuidar dos financiamentos para a pesquisa.

Dentro do contexto de monitoramento florestal e na tentativa de melhorar o aproveitamento de uma tora que está em torno de 30% (Clement e Higuchi, 2006) novo projeto fora aprovado. Esse dado foi a principal motivação para a elaboração de projeto. O mesmo foi aprovado em 2007 no Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (Pronex – Fapeam Edital n° 016/2006).

O esforço florestal está bem definido quando se trata do resgate de parcelas permanentes e da instalação de um sistema de inventário florestal contínuo (IFC) para

demonstrar a viabilidade do manejo florestal sustentável como instrumento de desenvolvimento do interior do Estado (Programa Zona Franca Verde). Por outro lado, o esforço ambiental pode ser caracterizado pelo RAINFOR e pelo projeto Chichuá. O primeiro relacionado com as mudanças climáticas, ou melhor, balanço de carbono e enquanto que o Chichuá tem como pano de fundo o manejo florestal e mudanças climáticas.

Considerando a Lei nº 3.135/07 de mudanças climáticas do Estado do Amazonas e a linha de base (Baseline) desenvolvido por Soares-Filho *et al.*, (2006) tem-se talvez, a primeira iniciativa de Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal em Países em Desenvolvimento (REDD). Isso tudo porque aproximadamente 30% da cobertura florestal poderá ser perdida no sul Estado do Amazonas até 2050. O projeto visa conter o desmatamento de aproximadamente 329.485 hectares de floresta, o que corresponderia à emissão de 189.767.027,9 toneladas de CO₂ para a atmosfera (Higuchi *et al.*, 2009).

Em síntese os estudos mostram a capacidade técnica-científica na condução de projetos tornando-a inquestionável, além disso, é uma demonstração clara que inventário florestal contínuo é objetivo de longo prazo. Dar continuidade aos estudos e manter essa memória viva é de suma importância, pois 30 anos de pesquisa como citado anteriormente ainda são incipientes quando se tem árvores com idade média 490 anos \pm 76 (IC 95%) e quando o aproveitamento de uma tora é de apenas 30%.

O projeto Dinâmica de Carbono da Floresta Amazônica (Cadaf, em inglês) vem corroborar com os estudos de IFC e manter essa memória viva no Estado do Amazonas (Figura 12). Até o momento, o grupo já desenvolveu estudos nas categorias 1 e 2 definidas pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), sendo respectivamente, modelos alométricos para estimar biomassa acima do nível solo, abaixo do nível do solo e total (Silva, 2007) e aplicação dos mesmos no sistema de IFC. O projeto se enquadra na categoria 3, pois realizará o monitoramento florestal em aproximadamente 600 parcelas nos vários sítios utilizando da aplicação de técnica de sensoriamento remoto.

MEMÓRIA DO IFC NO ESTADO DO AMAZONAS PELO LMF/INPA

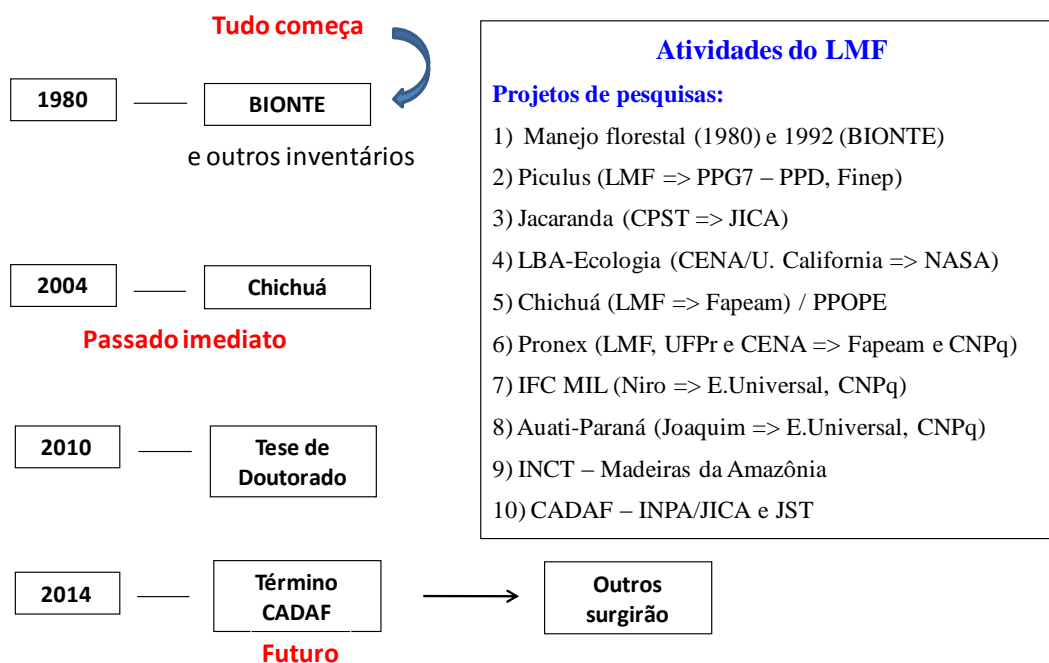


Figura 12 – Resumo da memória do Laboratório de Manejo Florestal do INPA sobre inventário florestal contínuo (IFC).

5.3 Caracterização do inventário florestal contínuo (IFC)

Os resultados foram obtidos a partir de 15 sítios inventariados no Estado do Amazonas pelo Laboratório de Manejo Florestal (LMF). Os sítios Lábrea (ST Manejo de Florestas Ltda) e Itacoatiara (Mil Madeireira Ltda) estão sob manejo florestal empresarial. A região central de Manaus está bem representada. Na região do Alto Solimões há 5 sítios. No Rio Negro 1 sítio e no Rio Madeira 2 sítios enquanto que na parte oriental há 2 sítios, sendo que ambos estão sendo estudados para fins de concessões florestais.

Nesse estudo foram medidos 149.819 indivíduos com $DAP \geq 10$ cm. Foram instaladas e mensuradas 1254 parcelas permanentes e temporárias com tamanho de 20 x 125 m no Estado do Amazonas correspondendo a uma área de 313,5 ha inventariados. Considerando as parcelas do Bionte, Embrapa e Trombetas o total passa a 1332 parcelas (Tabela 04), sendo que 1254 são de 20 x 125 m (313,5 ha); 18 de 100 x 100 (18 ha) correspondendo a 346,5 ha.

No Estado do Amazonas, do total de 1254 parcelas instaladas, 128 parcelas permanentes e 231 temporárias estão em áreas manejadas ao passo que para áreas não manejadas têm-se 310 permanentes e 585 temporárias. Para o total de 1332, as parcelas

permanentes e temporárias em áreas não manejadas são respectivamente, 328 e 645 enquanto que para áreas manejadas os valores são os mesmos.

Tabela 04 – Distribuição das parcelas no Estado do Amazonas (2004-2010).

Sítios Amazonas	Ano Instalação	ua (20 x 125 m)	Áreas Manejadas		Áreas Não Manejadas	
			PP	PT	PP	PT
Trombetas (Pará) - Mineração Rio do Norte	2004	60	-	-	-	60
Manacapuru	2004	32	-	-	-	32
Fonte Boa	2004	72	28	24	12	8
Jutaí	2004	64	16	-	12	36
ST Manejo de Florestas Ltda (Lábrea)	2005	87	84	3	-	-
EMBRAPA (Rio Preto da Eva)*	2005	15	-	-	15	-
FLOE de Maués (Maués)	2005	100	-	-	-	100
Resex do Baixo Juruá (Juruá)	2006	83	-	-	-	83
Mil Madeireira Ltda (Itacoatiara)	2006	204	-	204	-	-
Resex Auati Paraná (Fonte Boa)	2007	107	-	-	36	71
BIONTE - Testemunha**	2007	3	-	-	3	-
Resex Lago do Capanã Grande (Manicoré)	2008	82	-	-	40	42
RDS do Amapá (Manicoré)	2008	61	-	-	61	-
FLONA do Pau-Rosa (Maués)	2009	81	-	-	24	57
Resex do Rio Unini (Barcelos)	2009	90	-	-	28	62
RDS do Juma (Novo Aripuanã)	2009	115	-	-	45	70
FLOE de Maués (Maués)	2010	76	-	-	52	24
Total		1332	128	231	328	645

* Sítio no Estado do Pará **Parcelas de 100 x 100 (1 ha)
PP= Parcelas Permanentes e PT= Parcelas Temporárias

O diâmetro médio para o Estado do Amazonas considerando $DAP \geq 10$ cm foi de $21,9 \pm 0,40$ cm (IC 95%) e o número de indivíduos foi de $505 \pm 52,4$ (IC 95%), exceto os sítios Trombetas e Manacapuru (Tabela 05). Para todos os sítios as incertezas obtidas não superaram os 10%, ressaltando que esse é o limite permitido em inventários florestais. Os resultados mostram que o tamanho da parcela está sendo suficiente, seguro e confiável, pois

esse tamanho é para indivíduos com $DAP \geq 20$ cm (Queiroz, 1977; Higuchi *et al.*, 1982; Higuchi *et al.*, 1985a e Higuchi *et al.*, 1985b; Higuchi, 1987).

Tabela 05 – DAP médio e número de indivíduos por hectare para o Estado do Amazonas.

Sítios Amazonas	Número total Árvores	Ano Instalação	DAP _{mín} (cm)	DAP _{médio} (cm)	Ind.ha ⁻¹
Trombetas (Pará) - Mineração Rio do Norte	2618	2004	20	38,1	175
Manacapuru	1342	2004	20	35,5	168
Fonte Boa	9175	2004	10	22,5	510
Jutaí	9302	2004	10	21,2	581
ST Manejo de Florestas Ltda (Lábrea)	8094	2005	10	21,1	372
EMBRAPA (Rio Preto da Eva)	8865	2005	10	21,0	591
FLONA de Maués (Maués)	9915	2005	10	23,0	368
Resex do Baixo Juruá (Juruá)	10631	2006	10	22,3	512
Mil Madeireira Ltda (Itacoatiara)	20196	2006	10	22,9	396
Resex Auati Paraná (Fonte Boa)	13892	2007	10	22,7	519
BIONTE – Testemunha	2244	2007	10	21,8	748
Resex Lago do Capanã Grande (Manicoré)	9398	2008	10	22,4	458
RDS do Amapá (Manicoré)	6901	2008	10	21,6	453
FLONA do Pau-Rosa (Maués)	9921	2009	10	21,9	490
Resex do Rio Unini (Barcelos)	12752	2009	10	21,5	567
RDS do Juma (Novo Aripuanã)	14573	2009	10	21,1	507
Média e IC (95%)	10.419 ± 2163			21,93 ± 0,37	505 ± 52,36

A área basal estimada para o Estado do Amazonas é de $25,6 \pm 1,84$ m².ha⁻¹ (IC 95%). Ao comparar esse resultado com outros valores obtidos para diferentes localidades da Amazônia brasileira verificou-se que o mesmo é superior a de Trombetas ($23,09$ m².ha⁻¹ – INPA/CPST, 1982), Rio Arinos ($13,58$ m².ha⁻¹ INPA/CPST, 1983a), PIC Altamira ($21,97$ m².ha⁻¹), EEST ($22,74$ m².ha⁻¹), UHE Santa Izabel ($15,22$ m².ha⁻¹ INPA/CPST, 1983) e PDRI/Acre ($17,72$ m².ha⁻¹) e inferior a UHE Balbina ($29,38$ m².ha⁻¹ INPA/CPST, 1983b). Esse parâmetro é um ótimo indicativo de densidade do povoamento e confirma o comportamento da distribuição diamétrica.

O volume com casca foi estimado em $306,5 \pm 34,2$ m³.ha⁻¹ (IC 95%). No primeiro momento o valor gera grande expectativa quanto ao potencial volumétrico. Porém, ao realizar o sortimento por classe diamétrica e uso verifica-se que desse potencial apenas 30 m³.ha⁻¹

serão passíveis de aproveitamento. Nesse potencial o diâmetro mínimo de corte (DMC) estabelecido na IN n° 005/06⁹ também foi considerado (Tabela 06).

Os resultados desse estudo confirmam as estimativas obtidas por Higuchi *et al.*, (2009). Nessa Tabela são apresentadas estimativas de área basal e volume por hectare. São importantes para comparações futuras com outros sítios.

Tabela 06 – Área basal e volume comercial para o Estado do Amazonas

Sítios Amazonas	AB (m ² ·ha ⁻¹)	V (m ³ ·ha ⁻¹)
Trombetas (Pará) - Mineração Rio do Norte*	24,79	334,45
Manacapuru**	20,40	271,90
Fonte Boa	28,37	367,09
Jutaí	27,32	347,63
ST Manejo de Florestas Ltda (Lábrea)	18,07	231,90
EMBRAPA (Rio Preto da Eva)	27,81	355,10
FLONA de Maués (Maués)	21,82	286,56
Resex do Baixo Juruá (Juruá)	27,13	348,67
Mil Madeireira Ltda (Itacoatiara)	22,13	284,98
Resex Auati Paraná (Fonte Boa)	28,85	368,33
BIONTE – Testemunha	30,50	388,53
Resex Lago do Capanã Grande (Manicoré)	24,85	211,16
RDS do Amapá (Manicoré)	21,69	172,92
FLONA do Pau-Rosa (Maués)	27,30	340,96
Resex do Rio Unini (Barcelos)	28,08	310,75
RDS do Juma (Novo Aripuanã)	24,91	276,42
Média e IC (95%)	25,63 ± 1,84	306,50 ± 34,23

* Sítio no Estado do Pará **DAP ≥ 20 cm

Para estimar o estoque de carbono do Amazonas torna-se necessário definir o tamanho da cobertura florestal do Estado. Isso ainda gera muitas controvérsias e muitas estimativas discrepantes. Com isso, Skole e Tucker (1993), afirmaram que a cobertura florestal do Estado, considerando floresta densa e cerrado original era de 154.550.100 ha. A média anual de área desmatada baseada na série histórica 1977 a 2008 foi de 17.671¹⁰ km² ± 2.142 km² (IC 95%) (Figura 13). Portanto, para efeito de estimativa de estoque de carbono, é razoável prever que o Amazonas apresenta ainda uma cobertura florestal de 150 milhões de ha.

⁹ Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável-PMFSs nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências.

¹⁰ www.obt.inpe.br/prodes/index.html

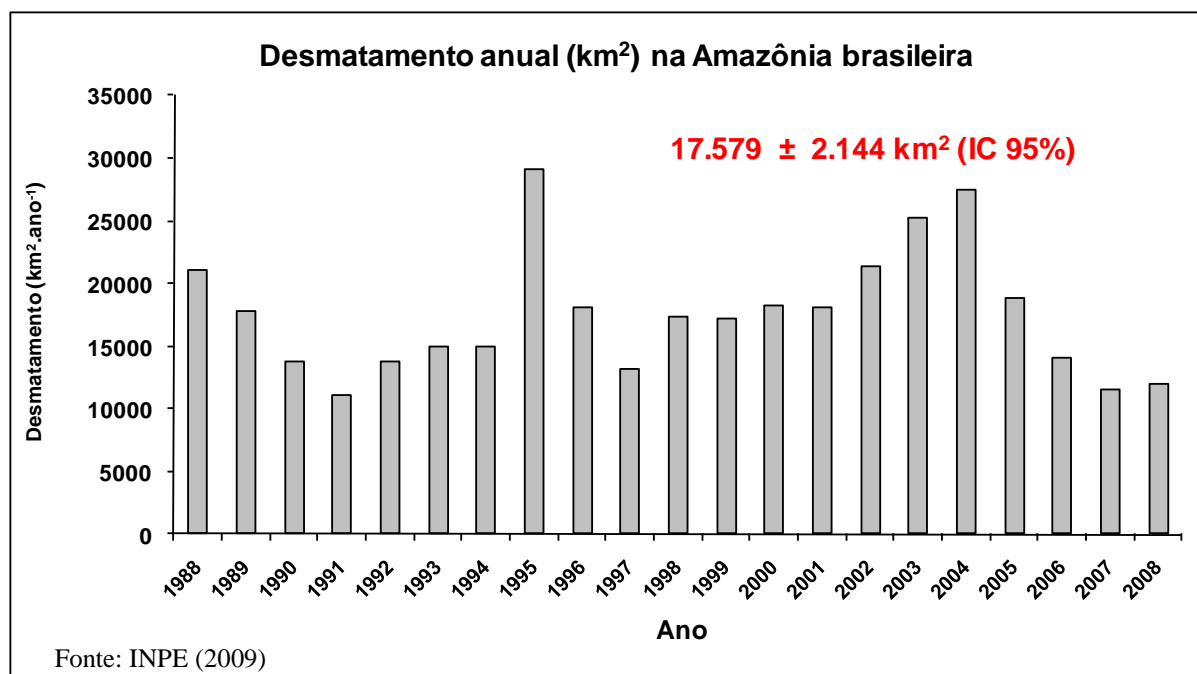


Figura 13 – Série histórica do acúmulo do desmatamento na Amazônia brasileira.

O desmatamento e as emissões das queimadas na Amazônia influenciam negativamente na manutenção do clima global. Isso é notório pela capacidade que os recursos florestais têm em estocar carbono e emitir durante estes processos. Mesmo tendo esse conhecimento, a floresta vem sendo desmatada e preocupando os cientistas nas diversas áreas do conhecimento. O relacionamento entre o fluxo e mudança do uso do solo para atmosfera tem sido estimada em $2,2 \pm 0,6 \text{ t.C.ano}^{-1}$ para os anos 90 (Houghton, 2003). Outras estimativas recentes da emissão de carbono por desmatamento e degradação florestal mostra para um período de 1997-2006 um valor de $1,2 \text{ t.C.ano}^{-1}$.

Essa problemática não restringe os usos dos recursos naturais e os serviços ambientais. O certo é que estão usando de maneira inadequada em função da pressão madeireira, da pecuária, mineração e da agricultura intensiva que são causas diretas do desmatamento tropical. A floresta não pode ser vista apenas como madeira, mas como oportunidade na negociação dos seus serviços ambientais, como por exemplo, a quantificação de estoque e do balanço de carbono para fins de projetos de redução das emissões por desmatamento e degradação florestal em países em desenvolvimento (REDD).

As estimativas de biomassa e carbono estocados nas florestas primárias amazônicas ainda são amplamente variáveis. Várias estimativas de biomassa acima do solo são citadas, variando entre 162 t.ha^{-1} e 268 t.ha^{-1} , ambos obtidos a partir de levantamentos de volume da floresta pelo projeto RADAMBRASIL e pela FAO, respectivamente. Estudos mostram que

no total, o estoque de carbono da vegetação nas regiões pan-tropical varia entre 154 – 291 t C durante o período histórico de 1901 até o século 21 (Gumpenberger *et al.*, 2010). Diante desse cenário esse trabalho apresenta estimativas de biomassa fresca, seca e carbono acima do nível do solo e total a partir de métodos auditáveis, replicáveis e confiáveis (Tabela 7 e 8).

Para o Estado do Amazonas a biomassa fresca e seca acima do nível do solo foi estimada, respectivamente, em $539,94 \pm 36,95 \text{ t.ha}^{-1}$ (IC 95%) e $319,64 \pm 21,88 \text{ t.ha}^{-1}$ (IC 95%). Para o total os estoques foram $563,56 \pm 38,66 \text{ t.ha}^{-1}$ (IC 95%) e $329,81 \pm 22,82 \text{ t.ha}^{-1}$ (IC 95%). Isso mostra o quanto que a biomassa viva era subestimada em mais de 50%. Apesar de alguns autores acreditarem que ainda persistem dúvidas sobre os números de biomassa e carbono, os resultados desse estudo corroboram para sanar qualquer dúvida quanto aos estoques de biomassa e carbono existente na floresta amazônica.

Tabela 07 – Estoque de biomassa fresca e seca acima do solo e total (acima do solo + raízes grossas) – média estimada por hectare da vegetação arbórea de sítios do Estado do Amazonas.

Sítios Amazonas	$P_{\text{abs}}(\text{t})$ ha	$P_{\text{seco}}(\text{t})$ Há	$P_{\text{tot}}(\text{t})$ Há	$P_{\text{seco}}(\text{t})$ Há
Trombetas (Pará) - Mineração Rio do Norte*	513,07	303,74	527,18	307,87
Manacapuru*	425,40	251,83	438,64	256,17
Fonte Boa	562,10	332,76	585,60	341,99
Jutaí	589,08	348,74	616,78	360,20
ST Manejo de Florestas Ltda (Lábrea)	387,59	229,45	404,89	236,46
EMBRAPA (Rio Preto da Eva)	598,63	354,39	626,28	365,75
FLONA de Maués (Maués)	486,72	288,14	505,45	295,18
Resex do Baixo Juruá (Juruá)	581,04	343,97	606,52	354,21
Mil Madeireira Ltda (Itacoatiara)	473,28	280,18	493,66	288,29
Resex Auati Paraná (Fonte Boa)	576,93	341,54	601,54	360,93
BIONTE – Testemunha	656,86	388,86	687,32	401,39
Resex Lago do Capanã Grande (Manicoré)	518,20	306,78	540,42	315,61
RDS do Amapá (Manicoré)	467,95	277,03	490,07	286,20
FLONA do Pau-Rosa (Maués)	610,24	361,26	634,21	370,38
Resex do Rio Unini (Barcelos)	532,90	315,48	556,75	325,14
RDS do Juma (Novo Aripuanã)	517,66	306,45	540,33	315,56
Média e IC (95%)	539,94 ± 36,95	319,64 ± 21,88	563,56 ± 38,66	329,81 ± 22,82

*Os sítios não estão inclusos nas estimativas.

P_{abs} = peso acima do solo (t); $P_{\text{seco}_{\text{abs}}}$ = peso seco acima do solo (t); P_{tot} = peso total (t) e $P_{\text{seco}_{\text{tot}}}$ = peso seco total (t)

Os estoques de carbono acima do nível do solo (C_{abg}) e total (C_{tot}) para o Estado do Amazonas determinados são, respectivamente, $138,81 \pm 9,89 \text{ t.C.ha}^{-1}$ e $160,34 \pm 11,25 \text{ t.C.ha}^{-1}$ (IC 95%) (Tabela 08). Comparando com um sítio denominado de Caiucubi - RR (margem esquerda do Rio Negro) o estoque médio de carbono total foi de $197,47 \pm 11,86 \text{ t.C.ha}^{-1}$ sendo superior a todos os sítios no Estado do Amazonas. Esse estoque é levemente superior ao encontrado para região central de Manaus (Projeto Bionte) no valor de $194,68 \pm 13,27 \text{ t.ha}^{-1}$, ou seja, é inferior 1,4%.

Considerando esses estoques, o tamanho da área de floresta do Estado do Amazonas e o intervalo de confiança de 95%, os estoques de C_{abg} e C_{tot} são $19,3 \times 10^9$ a $22,3 \times 10^9 \text{ t. C}$ e $22,4 \times 10^9$ a $25,7 \times 10^9$, respectivamente. Ao comparar esses resultados com a primeira estimativa de emissão anual do carbono do planeta Terra ($7 \times 10^9 \text{ t. C}$) verifica-se que a floresta em pé do Amazonas tem, no mínimo, três vezes mais Carbono do que a emissão mundial.

Essas informações são valiosas para projetos de neutralização de carbono no Estado. Entre os projetos para a floresta está a redução das emissões por desmatamento e degradação florestal em países em desenvolvimento (REDD) que mesmo não sendo uma formalidade do Protocolo de Quioto pode ser negociado como mercadoria livre. Porém, não se pode deixar que haja perda de eficiência desse mecanismo, pois talvez seja a única saída de viabilizar o manejo florestal sustentável (MFS) e a manutenção dos serviços ambientais na Amazônia.

Os resultados mostram ou indicam que as florestas tropicais, ou melhor, do Estado do Amazonas apresentam um potencial substancial quanto ao estoque de carbono se forem protegidos. Para exemplificar esse grande negócio foi utilizada como referência a estimativa do carbono total (acima do nível do solo + raízes grossas) da RDS do Juma. Considerando a estimativa de $153,04 \text{ t C.ha}^{-1} \pm 6,1$ (IC 95%) ou $561,17 \text{ t CO}_2 \pm 22,3$ (IC 95%); utilizando a estimativa mínima provável ($561,17 - 22,3 = 538,9$) e extrapolando para os 40% da RDS (~236.000 hectares), o carbono total da área inventariada é de, aproximadamente, 127 milhões de t CO_2 .

Segundo Higuchi *et al.*, (2009), a emissão anual de CO_2 da cidade de Manaus considerando apenas a fonte combustível fóssil é de, aproximadamente, 3,7 milhões de t CO_2 . Então, o estoque de carbono dos 40% da RDS poderia neutralizar, sob um projeto do tipo REDD, as emissões de Manaus durante 35 anos. Isso evidencia a importância do inventário florestal contínuo dentro de um projeto de REDD.

O Instituto Estadual de Floresta do Amapá também executou um projeto de alometria e inventário de carbono na Floresta Estadual (FLOTA) do Amapá utilizando a mesma metodologia do INPA. Desse estudo a biomassa fresca total, de árvores vivas ($DAP \geq 10$ cm) estimada para a unidade de conservação foi de $712,11 \text{ t.ha}^{-1} \pm 30,14$ (IC 95%) e o estoque de carbono estimado, de $179,94 \text{ t de C.ha}^{-1} \pm 7,6$ (IC (95%)). Para o carbono abaixo do nível solo a estimativa foi de $23,58 \text{ t de C.ha}^{-1} \pm 0,99$ (IC 95%) enquanto que para o estoque de carbono acima do nível do solo foi obtido $156,36 \text{ t.ha}^{-1} \pm 6,6$ (IC 95%)¹¹.

Utilizando do mesmo raciocínio da RDS do Juma e a estimativa mínima provável ($179,94 - 7,6 = 172,34$) e convertendo para CO_2 e extrapolando para a área total do módulo 4 (~950.000 hectares) da FLOTA do Amapá, o carbono total da área inventariada é de, aproximadamente, 600 milhões de t CO_2 . Tomando como referência o valor de US\$ 3,03 (www.remade.com.br) o crédito de carbono o montante será de aproximadamente US\$ 1,8 bi. Disso resulta numa receita de aproximadamente 36 milhões de dólares por ano caso o Estado do Amapá assuma um tempo de 50 anos como compromisso de manter a floresta em pé.

Todos esses esforços são importantes para a conservação dos recursos florestais para as gerações futuras; para manter o carbono estocado e para a valoração dos serviços ambientais. Porém, é importante não perder de vista que nenhum projeto envolvendo desmatamento evitado ou manejo florestal vai ajudar a limpar o planeta Terra. Isso vai apenas impedir ou mitigar que mais gases de efeito estufa sejam colocados na atmosfera (Higuchi *et al.*, 2009).

¹¹ IEF/AP, (2010). Os dados referem-se ao estudo realizado pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) do Amapá e ainda não foram publicados.

Tabela 08 – Estoque de carbono total (acima do solo + raízes grossas) – média estimada por hectare da vegetação arbórea de sítios do Estado do Amazonas.

Sítios Amazonas	C _{bel} (t.ha ⁻¹)	C _{abs} (t.ha ⁻¹)	C _{tot} (t.ha ⁻¹)
Trombetas (Pará) - Mineração Rio do Norte	25,23	124,09	149,32
Manacapuru	19,76	104,48	124,24
Fonte Boa	22,98	142,88	165,86
Jutaí	22,23	152,47	174,70
ST Manejo de Florestas Ltda (Lábrea)	15,28	99,40	114,68
EMBRAPA (Rio Preto da Eva)	23,03	154,36	177,39
FLONA de Maués (Maués)	21,94	121,22	143,16
Resex do Baixo Juruá (Juruá)	23,00	148,79	171,79
Mil Madeireira Ltda (Itacoatiara)	18,84	120,98	139,82
Resex Auati Paraná (Fonte Boa)	23,15	157,31	180,46
BIONTE – Testemunha	24,82	169,86	194,68
Resex Lago do Capanã Grande (Manicoré)	20,77	132,30	153,07
RDS do Amapá (Manicoré)	17,50	121,31	138,81
FLONA do Pau-Rosa (Maués)	26,28	153,36	179,63
Resex do Rio Unini (Barcelos)	20,88	136,81	157,69
RDS do Juma (Novo Aripuanã)	20,79	132,25	153,04
Média e IC (95%)	21,53 ± 1,50	138,81 ± 9,89	160,34 ± 11,25

*Os sítios não estão inclusos nas estimativas.

C_{bel} = carbono abaixo do solo; C_{abs} = carbono acima do solo e C_{tot} = carbono total

De acordo com o IPCC, os componentes da biomassa ou carbono não se resumem somente a matéria viva abaixo e acima do solo. A matéria morta em pé ou no chão, denominada de necromassa também deve ser contabilizada, porém, ainda é difícil encontrar trabalhos com metodologias confiáveis para determinar os estoques. Nesse estudo a Tabela 9 demonstra os resultados para os sítios Flona do Pau Rosa (Maués), Resex do Rio Unini (Barcelos) e RDS do Juma. Nessa necromassa foram considerados todos os indivíduos com DAP ≥ 10 cm e divididos em classes diamétrica.

Tabela 09 – Necromassa de três sítios do Estado do Amazonas.

Categoria de biomassa	Sítio	Unid.	10 < 20	20 < 50	≥ 50	Total
Total Necromassa**	Flona do Pau Rosa	T %	0,6 ± 0,2 11	2,8 ± 0,7 49	2,3 ± 1,2 40	5,7 ± 1,3 100
	Resex do Rio Unini	T %	0,7 ± 0,1 7	4,8 ± 0,7 48	4,6 ± 1,1 45	10,0 ± 1,3 100
	RDS do Juma	T %	1,0 ± 0,2 12	4,2 ± 0,6 52	2,9 ± 0,9 36	8,1 ± 1,1 100

Estudos sobre necromassa com metodologia definida ainda são incipientes. Pauletto (2006) encontrou para uma floresta não explorada em Mato Grosso uma média de 33,7 t.ha⁻¹. Para florestas com 2, 6-7 e 11-12 anos de exploração foi encontrado respectivamente, 20,6 t.ha⁻¹, 19,9 t.ha⁻¹ e 26,4 t.ha⁻¹. As médias estimadas não apresentam as incertezas das estimativas embutidas, o que para efeito de negociação sob a chancela do IPCC não seria possível.

5.4 A importância do inventário de estoques de carbono da vegetação arbórea

O estudo sobre estoque e dinâmica de carbono da vegetação busca contribuir com as demandas de compromissos incluídos no Protocolo de Quioto, como por exemplo, inventário nacional de emissões, coordenado pelo IPCC. Isso a nível global. Por outro lado, em uma escala nacional e regional procura ajudar na implementação da Política Estadual desenvolvida pelo programa de monitoramento ambiental.

O programa tem como finalidade monitorar e inventariar, periódica e sistematicamente, os estoques de carbono da cobertura florestal e da biodiversidade de florestas públicas e de unidades de conservação do Estado do Amazonas. Tudo em prol da pesquisa científica, gestão sustentável das florestas, sustentabilidade das suas comunidades e futuros mercados de redução de emissões líquidas de gases de efeito estufa e de redução de emissões de desmatamento (Lei nº 3.135/07, Art. 5º, inciso III¹²). Nesse sentido, dois esforços merecem destaque: o florestal que visa demonstrar a viabilidade do manejo florestal sustentável e ambiental voltado para a determinação dos estoques e balanço de carbono.

¹² INSTITUI a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas, e estabelece outras providências.

Para atender esses esforços, um sistema de inventário florestal contínuo foi implantado no Estado do Amazonas. Esse sistema será monitorado e continuado, não se resumindo apenas nas 1256 parcelas instaladas. Nesse sistema, a amostragem é com repetição parcial (ARP) combinando parcelas permanentes e temporárias, mostrando que inventário florestal contínuo não é sinônimo de parcelas permanentes.

Quanto ao aspecto florestal este trabalho atende a demanda do Estado, principalmente em áreas manejadas com até 500 ha (Programa Zona Franca Verde - Instrução Normativa SDS nº 005/08¹³) e também em áreas não manejadas. Em áreas manejadas empresarialmente destacam-se as empresas privadas ST Manejo de Floresta Ltda (Lábrea) e Mil Madeireira Ltda (Itacoatiara). Para manejo em escala experimental utilizou-se da experiência do projeto Bionte, principalmente pelo tempo de monitoramento que facilitou a comparação com o sítio Resex Auati-Paraná que teve parcelas instaladas na Comunidade São José do Inambé em 2004 e remedidas em 2007.

Nesse contexto não se pode esquecer que há o aspecto ambiental envolvido. Por isso, o sistema de inventário florestal contínuo além de viabilizar o manejo florestal sustentável vem corroborar com a manutenção dos serviços ambientais, reforçar e contribuir na ratificação da lei de mudanças climáticas. Os resultados deste trabalho atendem tanto ao manejo florestal sustentável quanto aos possíveis projetos REDD, tornando-se de grande relevância e estratégicos para o Estado do Amazonas.

O guia de 2006 do IPCC para inventários nacionais de gases de efeito estufa fornece metodologias para determinação das estimativas. Diante disso, o conceito de incerteza das estimativas de carbono são muito enfatizados significando a falta de conhecimento do valor verdadeiro de uma variável.

A incerteza também pode ser traduzida no jargão florestal como o intervalo de confiança. Essa incerteza dependerá da qualidade e da quantidade de dados utilizados, assim como dos processos de coeltas e de inferências. Na engenharia florestal a probabilidade utilizada é de 95% com o multiplicador de 1,96 enquanto que pelo IPCC também utiliza-se 95%, porém o multiplicador é de 2 e quando utilizar 99% será de 3 (Higuchi *et al.*, 2009).

Isto pode ser expresso como a porcentagem da estimativa central. Na prática, isto é feito dividindo a amplitude do intervalo (valor **t** ou **z** multiplicando o erro padrão da média)

¹³Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica do Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS nas florestas nativas e formações sucessoras, e dá outras providências.

pela média da variável de interesse. Dependendo da intensidade de amostragem, o valor de t será para pequenas amostras ($n < 30$) ou z para grandes amostras ($n \geq 30$).

A incerteza ao nível de 95%, segundo o IPCC (2003) é calculada da seguinte maneira:

$$IC(95\%) = \bar{x} \pm 2 \times s_{\bar{x}}$$

$$\text{onde: } s_{\bar{x}} = \text{desvio padrão da média} = s_{\bar{x}} = s / \sqrt{n}$$

$$s = \text{desvio padrão} = s = \pm \sqrt{s^2}$$

A incerteza em porcentagem em relação à média estimada é obtida dividindo (2 *desvio padrão) pela média estimada e multiplicando por 100. Esta informação é importante para se ter uma noção da amplitude de variação da média estimada. De acordo com Loetsch *et al.*, (1973), Cochran (1977) e Péllico Netto e Brena (1997), o limite de 10% de incerteza é aceitável em inventários florestais e foi utilizado como limite para avaliação da área basal, volume e dos estoques de biomassa e carbono.

5.5 Dinâmica Florestal no Estado do Amazonas

5.5.1 Crescimento e Incremento de uma Área Manejada Experimentalmente

O crescimento pode ser entendido como todo aumento de tamanho ou peso que seja irreversível, caracterizando-se por ser quantitativo. Já o desenvolvimento está relacionado com os processos de diferenciação celular como, por exemplo, as fenofases das plantas, apresentando caráter qualitativo e quantitativo. Essa diferenciação é importante e nesse estudo o crescimento foi analisado a partir a variável diâmetro coletada ao longo do tempo no monitoramento florestal.

O resultado desse estudo enfatiza a avaliação atual do crescimento e incremento, da floresta residual de uma exploração seletiva de madeira. Desde 1990, as parcelas permanentes desse projeto estão sendo monitoradas. Para a análise foram considerados o tempo de exploração, classes de diâmetro, 18 medidas de estoque (volume ou carbono) e análise de variância de parcelas repetidas (Von Ende, 1993) (Figura 13).

Segundo Lewis *et al.*, (2004b); Malhi e Wright (2004) os parâmetros ambientais na mudança da dinâmica florestal têm dois pontos importantes. Primeiro são os efeitos ecofisiológicos que permitem estimar os impactos em qualquer processo. Posteriormente, são as respostas dos padrões espaciais e temporais que fornecem mais evidências quanto a dinâmica florestal.

A Figura 14 ilustra as respostas dos tratamentos T1, T2 e T3 em relação a testemunha (T0). Já se passaram 20 anos de monitoramento e os tratamentos com as diferentes intensidades de corte ainda não alcançaram o estoque em volume tratamento T0. Antes da exploração todos possuíam praticamente o mesmo estoque em volume e a floresta residual passa a responder positivamente a partir do terceiro ano.

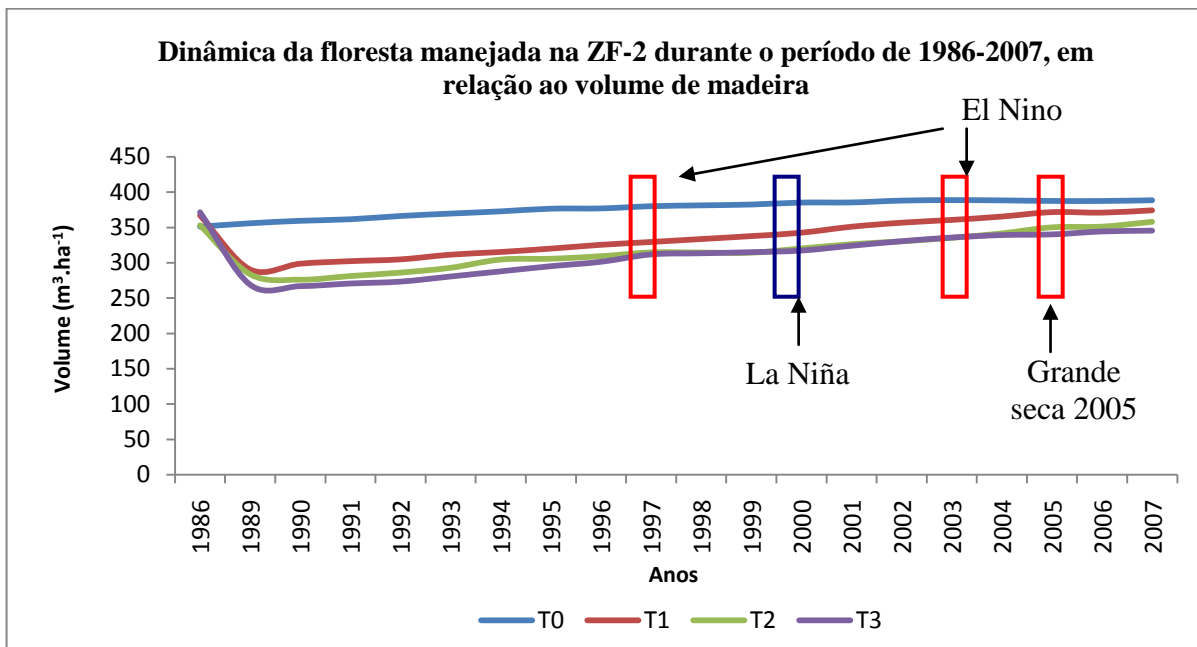


Figura 14 – Dinâmica da floresta manejada experimentalmente de 1986-2007 para todas as espécies (DAP \geq 10 cm)

A dinâmica de florestas tropicais não é determinística e sim estocástica. Considerando todos os indivíduos para todos os tratamentos (T0, T1, T2 e T3) e o ano base 1990 em relação a 2007, a testemunha (T0) apresenta incremento corrente anual (ICA) de $1,8 \pm 0,75 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$. Ao passo que para o T1, T2 e T3 os ICA's são maiores que a testemunha, respectivamente, $4,6 \pm 0,99 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$; $4,1 \pm 2,00 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ e $4,2 \pm 1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$. Esses resultados mostram grandes diferenças entre a testemunha e os tratamentos aplicados. Isso pode ser atribuído as florestas tropicais devido a vários fatores intrínsecos e extrínsecos que afetam o crescimento de árvores individuais e que são refletidos na grande variação de incrementos encontrados (Silva, 1989).

Comparando os incrementos com outros estudos, as diferenças são acentuadas. Gomide (1997) encontrou valores para área basal e volume para todas as espécies de $-0,086 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ e $-0,39 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, respectivamente. Por outro lado, Carvalho (1992) encontrou uma média de $1,6 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ em uma floresta primária na Floresta Nacional do Tapajós sendo muito semelhante a valor encontrado no Bionte. Outro estudo na mesma área

(Silva *et al.*, 1994) mostraram que a produção do volume total diminuiu de 6 para 4 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ e o incremento volumétrico ficou em torno de 1,8 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$. Passados 18 anos de monitoramento, o incremento da testemunha (T0) do Bionte é inferior ao incremento encontrado para as florestas manejadas da África e da Ásia (Wadsworth, 1987 e Leslie, 1987).

O valor encontrado para estas florestas foi de 2 a 4 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$. Para florestas de dipterocarpáceas das Filipinas foi encontrado incremento entre 2,9 e 4,3 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$. Os resultados podem ser explicados pela variação das taxas de recrutamento e mortalidade e pelos fenômenos meteorológicos como El Niño.

Avaliando o período de 1990, ano de reação e 2007 (última medição) o crescimento foi respectivamente de 83,6 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$; 73,9 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ e 76,4 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Nesse caso, pode-se inferir que os tratamentos T1, T2 e T3 estão acumulando volume e biomassa. O crescimento corresponde aos incrementos supracitados e estão acima do limite superior das estimativas fornecidas por Wadsworth (1987) e Leslie (1987).

O crescimento estimado a partir da reação da floresta (1990) para o tratamento T1 83,6 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ corresponde a incremento periódico anual (IPA) de 5,1 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1} \pm 0,4$ (IC 95%). Esse tratamento é o leve e foi retirado um volume médio de 34 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Para o T2 que teve 49 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ retirado tem um IPA de 2,6 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1} \pm 1,3$ (IC 95%). O T3 teve 67 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ com uma equivalência de 3,7 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1} \pm 0,9$ (IC 95%) (Figura 15).

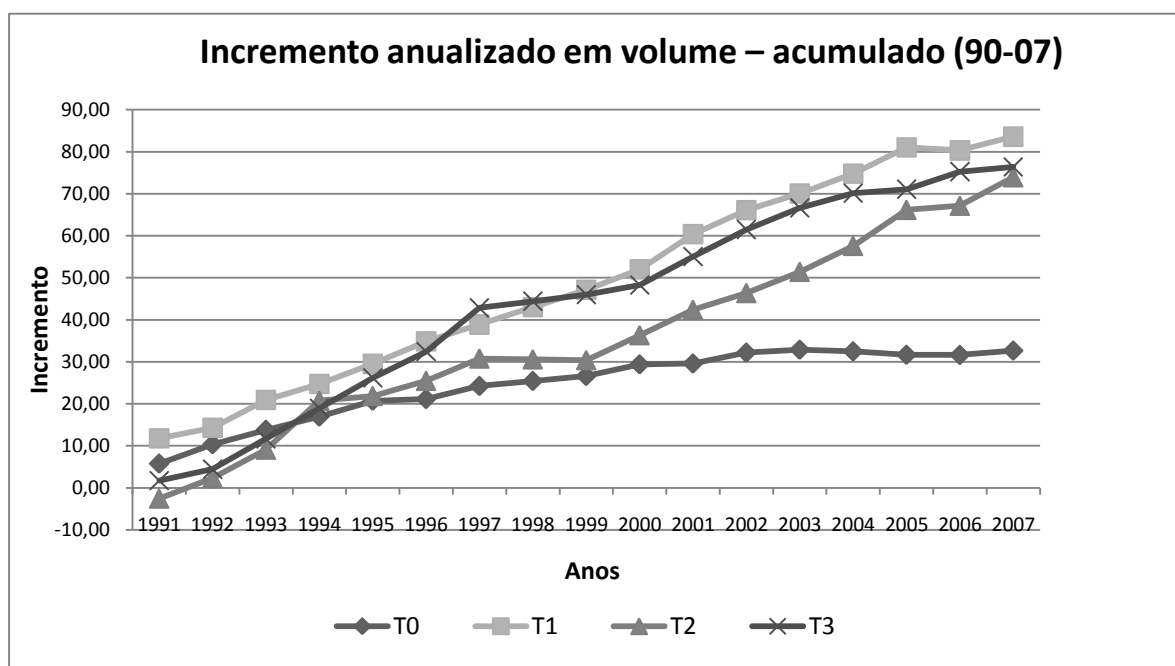


Figura 15 – Crescimento acumulado para todas as espécies em volume do Bionte.

Os incrementos em florestas temperadas e plantadas são importantes para a tomada de decisão quanto ao tempo ideal de intervenção e aos tratamentos silviculturais a serem adotados. Ao passo que para florestas tropicais esse comportamento não acontece dificultando a definição das operações seguintes. Mostra que a floresta tropical é imprevisível e probabilística. Porém, para superar essas dificuldades modelos de projeção como a matriz de transição probabilística (Cadeia de Markov) vem sendo aplicado e respondendo de forma positiva estatisticamente.

Considerando os incrementos obtidos para todas as espécies e o comportamento linear de crescimento os retornos foram estimados, respectivamente, para os tratamentos T1, T2 e T3 em 61, 68 e 70 anos. Nesse cenário é importante considerar que para as florestas tropicais dois sistemas se destacam, os monocíclicos e policíclicos. Os primeiros baseiam-se na retirada da madeira comercial de uma só vez ao passo que os policíclicos todas as árvores comerciais ou parte destas que atingiram o tamanho de corte são retiradas e as de tamanho intermediário permanecem como estoque futuro. Isso caracteriza para Azevedo (2006) como os ciclos de corte são longos, entre 70 e 100 anos.

Os resultados indicam que os ciclos de corte adotados na Amazônia não sejam suficientes. Na Amazônia algumas experiências merecem destaque. Em Tefé (AM), na RDS de Mamirauá e projeto Democracia em Manicoré (AM), ambos com ciclo de corte estabelecido em 25 anos¹⁴. No Acre, projeto manejo florestal sustentável Pedro Peixoto com ciclo de corte de 10 anos, com intensidade de corte não ultrapassando os 10 m³.ha⁻¹¹⁵ e Assentamento Extrativista Porto Dias com ciclos de 30 anos¹⁶. Na Amazônia oriental ciclo de 20 a 30 anos (Barreto *et al.*, 1998) com intensidade de corte entre 35 a 40 m³.ha⁻¹.

Para o manejo florestal na Amazônia a IN n° 05/06 considera um ciclo de corte para PMFS pleno de no mínimo 25 e no máximo 35 anos. Analisando os resultados é possível prever que para recuperar o volume inicial o tempo recomendado pela legislação parece ser inadequado. Por isso recomenda-se o monitoramento das parcelas existentes, com análises estatísticas adequadas e instalação de novas parcelas.

Para superar o problema da violação do princípio de independência dos dados por remedir sempre os mesmos indivíduos foi aplicado a análise de variância de medidas repetidas. O resultado mostra que entre os tratamentos há uma significância a 10% ($p = 0,059$), ou seja, há sinais indicando que, com o passar do tempo, há diferenças estatísticas

¹⁴ www.democracia.ufam.edu.br/infgerais.html

¹⁵ http://www.cpafac.embrapa.br/manejo/sis_silvicultura.htm

¹⁶ http://promanejo.ibama.gov.br/promanejo_html/projeto_cta.html

para o volume de madeira. Outro ponto é que variável vem sendo influenciada significativamente ($p < 0,00001$) enquanto que a interação apresenta fortes sinais de significância ($p = 0,007$) (Tabela 10).

Tabela 10 – Anova de medidas repetidas para a variável volume considerando todos os indivíduos com $DAP \geq 10$ cm.

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Tratamentos	3	1,41240E+05	4,70801E+04	3,7666	0,059324
Erro	8	9,99950E+04	1,24994E+04		

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P	G-G	H-F
Volume	16	89013,68505	5563,35532	1,14E+02	0,00000	0,00000	0,00000
Volume*Tratamentos	48	10572,50946	220,260610	4,50806	0,00000	0,00768	0,00059
Erro	128	6253,99383	48,85933				

Greenhouse-Geisser Epsilon = 0,12339

Huynh-Feldt Epsilon = 0,22499

5.5.2 Taxas Anuais de Recrutamento e Mortalidade (1990-2007)

Os valores das taxas anuais de recrutamento e mortalidade, obtidos durante o período de 1990-2007 para a parcela testemunha estão apresentados na Tabela 11. Considerando o período de 2004 -2007 a taxa de mortalidade é levemente superior que 2004 enquanto que a taxa de recrutamento em 2007 foi inferior a de 2004. As taxas anuais de recrutamento e mortalidade, da floresta não perturbada (T0) para indivíduos com $DAP \geq 10$ cm, para todo o período observado, foram $0,92\% \pm 0,25$ e $1,1\% \pm 0,21$ (IC 95%).

A Floresta Nacional do Tapajós foi explorada em 1979 e foram realizadas operações de tratamento silvicultural, Suas 36 parcelas foram instaladas em 1981 e remeidas em 1987 e 1992. Os resultados mostram que houve uma diminuição do incremento médio em diâmetro de 0,4 para 0,2 cm.ano^{-1} ; a taxa de mortalidade permaneceu mais ou menos constante em torno de 2,5% por ano e o recrutamento pra indivíduos com $DAP \geq 5$ cm diminuiu de 5% para 2% (Silva *et al.*, 1994).

Para o período de 1986-1996, as taxas de recrutamento e a mortalidade da testemunha (T0), foram respectivamente, de $1,1\% \pm 0,44$ e $1,01 \pm 0,38$ (IC 95%). Os resultados são praticamente o inverso ao obtido para o período de 1990-2007. Considerando os eventos ambientais como El Niño em 1997, La Niña em 2000 e novamente El Niño em 2003 pode-se inferir que após ocorrência desses fenômenos a taxa de mortalidade é maior que o

recrutamento, interferindo no seqüestro de carbono. Isso confirma estudos de Rolim *et al.* (2005) para uma floresta primária de Mata Atlântica em Linhares (ES).

Em 2005, comentou-se bastante sobre a grande seca na Amazônia, porém pouco se falou sobre as tempestades que ocorreram nesse mesmo ano (região do Acre até o Amapá). Outra constatação, é que a precipitação média desse ano esteve dentro da média estimada para os outros anos, mostrando que choveu a mesma quantidade de anos anteriores (2598 mm). Diante disso, o fato é que a mortalidade foi maior que o recrutamento em 2006 e 2007, mostrando que os fatores ambientais que são as vulnerabilidades influenciam nos estoques e no balanço de carbono.

Tabela 11 – Taxas anuais de recrutamento e mortalidade da testemunha (T0)

Ano	Total	Recrutas	Mortas	Recr. (%)	Mort. (%)
1990	637	11	12	1,77	1,88
1991	636	5	5	0,80	0,85
1992	636	10	6	1,55	0,99
1993	639	7	3	1,08	0,46
1995	643	3	8	0,53	1,21
1996	639	4	6	0,70	0,96
1997	637	4	5	0,61	0,81
1999	636	6	13	0,94	2,03
2000	629	8	4	1,30	0,62
2001	633	10	9	1,53	1,42
2002	633	10	7	1,65	1,17
2003	636	2	6	0,38	0,90
2004	633	6	6	0,97	1,01
2005	633	2	8	0,32	1,29
2006	627	1	5	0,10	0,76
2007	623	3	8	0,48	1,22

Para os tratamentos T1, T2 e T3 que sofreram diferentes intensidades de cortes as taxas de recrutamento e mortalidade são apresentados nas Tabelas 12, 13 e 14, respectivamente e ilustrados nas Figuras 15 e 16. Os resultados do Bionte mostram que nos três primeiros anos após a exploração florestal, as taxas de mortalidade são maiores que as de recrutamento por causa da exploração florestal. Por outro lado a partir de 1991 até 2003 as taxas de recrutamento são maiores que as de mortalidade para o tratamento T1.

Para o tratamento T2 ocorre o mesmo comportamento, exceto 2005 onde a taxa de mortalidade foi superior a de recrutamento. O tratamento T3 apresentou o mesmo comportamento do T2. Isso mostra que mesmo com os fenômenos climáticos ocorridos ao

longo desse tempo a floresta vem respondendo positivamente, ou seja, vem crescendo.

Nesse período as taxas anuais de recrutamento dos tratamentos T1, T2 e T3 foram respectivamente, $3,52\% \pm 0,92$; $3,28\% \pm 0,87$ e $4,19\% \pm 1,05$ (IC 95%); e as taxas de mortalidade foram $1,87\% \pm 0,62$; $1,84\% \pm 0,75$ e $1,98\% \pm 0,51$ (IC 95%).

Tabela 12 – Taxas anuais de recrutamento e mortalidade do tratamento leve (T1)

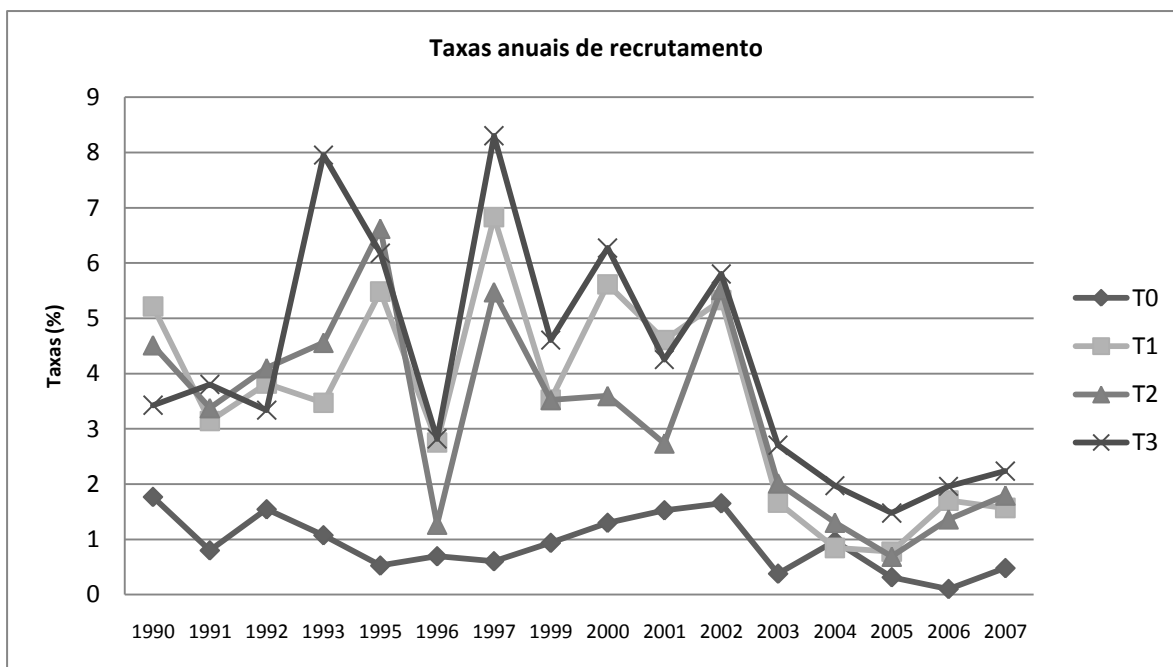
Ano	Total	Recrutadas	Mortas	Recr. (%)	Mort. (%)
1990	518	26	30	5,21	5,93
1991	513	15	13	3,14	2,51
1992	515	20	13	3,82	2,43
1993	522	18	5	3,47	1,03
1995	534	29	14	5,48	2,56
1996	550	15	6	2,75	1,15
1997	558	38	7	6,83	1,22
1999	589	21	15	3,53	2,51
2000	595	34	11	5,61	1,89
2001	617	28	4	4,61	0,59
2002	642	34	7	5,33	1,08
2003	669	11	9	1,67	1,41
2004	671	6	7	0,85	1,05
2005	670	5	9	0,78	1,36
2006	666	11	14	1,70	2,06
2007	664	11	8	1,57	1,19

Tabela 13 – Taxas anuais de recrutamento e mortalidade do tratamento médio (T2)

Ano	Total	Recrutadas	Mortas	Recr. (%)	Mort. (%)
1990	505	23	37	4,51	7,16
1991	491	17	10	3,38	2,04
1992	498	20	8	4,10	1,55
1993	510	23	7	4,56	1,32
1995	527	35	9	6,62	1,77
1996	552	7	4	1,27	0,72
1997	556	31	8	5,47	1,43
1999	578	21	18	3,52	3,11
2000	581	21	7	3,60	1,26
2001	594	16	6	2,74	0,92
2002	605	34	12	5,52	1,93
2003	627	13	9	2,02	1,34
2004	631	8	7	1,30	1,08
2005	632	4	9	0,69	1,40
2006	628	9	5	1,37	0,81
2007	631	11	10	1,80	1,64

Tabela 14 – Taxas anuais de recrutamento e mortalidade do tratamento pesado (T3)

Ano	Total	Recrutadas	Mortas	Recr. (%)	Mort. (%)
1990	475	16	23	3,43	4,85
1991	468	18	7	3,80	1,43
1992	479	16	7	3,34	1,52
1993	488	39	9	7,95	1,77
1995	518	32	9	6,18	1,68
1996	541	15	5	2,82	0,98
1997	551	45	4	8,30	0,79
1999	592	27	21	4,60	3,59
2000	598	37	16	6,27	2,71
2001	619	26	8	4,25	1,34
2002	637	37	8	5,80	1,31
2003	666	18	11	2,70	1,68
2004	673	13	10	1,97	1,44
2005	676	10	17	1,48	2,52
2006	669	13	12	1,96	1,75
2007	671	15	15	2,24	2,25

**Figura 16** – Taxas anuais de recrutamento observadas na floresta não perturbada (T0) e nos tratamentos de intervenção entre 1990 e 2007.

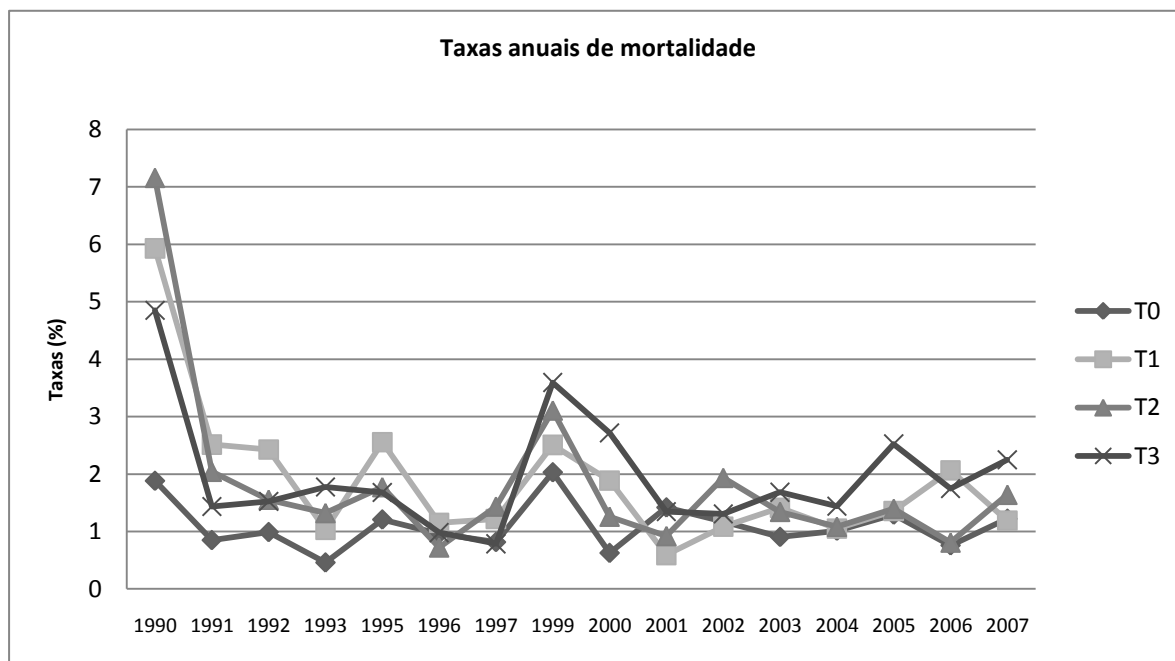


Figura 17 – Taxas anuais de mortalidade observadas na floresta não perturbada (T0) e nos tratamentos de intervenção entre 1990 e 2007.

As Figuras 16 e 17 caracterizam as taxas de recrutamento e mortalidade do período de 1990-2007 para todos os tratamentos. Nos resultados foram considerados todos os indivíduos com DAP ≥ 10 cm. As figuras mostram a tendência ao longo do tempo das taxas anuais, sendo que para o recrutamento, a testemunha (T0) é inferior aos demais tratamentos, mostrando um comportamento quase que uniforme. Por outro lado, a Figura 16 mostra uma oscilação das taxas de mortalidade ao longo do tempo, não havendo um comportamento previsível e não sendo possível verificar as diferenças estatísticas.

Na tentativa de explicar melhor esses resultados foram realizadas análise de variância de medidas repetidas. Além de medidas repetidas foram realizadas análise de correlação com a precipitação, buscando correlacionar os resultados com os fenômenos de El Niño, La Niña e a grande seca de 2005. As Tabelas 15 e 16 mostram as análises de variância de medidas repetidas entre os tratamentos e as taxas de recrutamento e mortalidade ao longo de 1990 - 2007.

Os resultados mostram que com o passar do tempo existem diferenças significativas entre os tratamentos quanto as taxas de recrutamento, ou seja, apresentam fortes sinais de significância. Analisando a subdivisão das parcelas repetidas de acordo com passar do tempo (ano), verifica-se que as taxas de recrutamento são altamente significativas ao passo que a interação taxa de recrutamento*tratamentos é significativo a 10%, ou seja, há sinais de significância.

Tabela 15 – Anova de medidas repetidas para as taxas de recrutamento do Bionte (1990-2007)

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Tratamentos	3	387,864188	129,288063	37,270336	0,000048
Erro	8	27,751413	3,468927		

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P	G-G	H-F
Taxa Recrutamento	17	404,18630	23,77566	14,34053	0,00000	0,00000	0,00000
Tax Recr*Trat	51	178,01949	3,49058	2,10538	0,00035	0,03210	0,00035
Erro	136	225,47920	1,65794				

Greenhouse-Geisser Epsilon = 0,28779

Huynh-Feldt Epsilon = 1,00000

Comparando os tratamentos com o passar do tempo a mortalidade apresentou sinais mais fracos quando comparados com o recrutamento ($p=0,011$). Também para a taxa de mortalidade há fortes sinais de significância, ou seja, há diferenças entre as taxas de mortalidade com o passar do tempo. Porém, para a interação taxa de mortalidade*tratamentos os sinais são fracos para firmar que as taxas de mortalidade são influenciadas pelos tratamentos ($p=0,156$). Os resultados para o recrutamento e mortalidade os resultados podem estar relacionados com os fenômenos climáticos ocorridos durante esse tempo estudado.

Tabela 16 – Anova de medidas repetidas para as taxas de mortalidade do Bionte (1990-2007)

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Tratamentos	3	26,060807	8,686936	7,195468	0,011641
Erro	8	9,658230	1,207279		

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P	G-G	H-F
Taxa Mortalidade	17	171,85339	10,10902	13,33808	0,00000	0,00000	0,00000
Tax Mort*Trat	51	62,00634	1,21581	1,60417	0,01654	0,15630	0,06244
Erro	136	103,07535	0,75791				

Greenhouse-Geisser Epsilon: 0.20195

Huynh-Feldt Epsilon : 0.50490

5.5.3 Estimativas de volume de uma Área Manejada Empresarialmente numa cronosequência de 11 anos (1995-2005)

Para verificar o crescimento em volume ou de carbono com o passar do tempo na cronosequência de 11 anos, aplicou-se análise de regressão. Como variável dependente foi considerado o estoque em volume ou a biomassa estimada em cada parcela (de um total de 186) e idade (tempo depois da exploração) com base em 2006 (ano de medição) como variável independente. Para efeito de resultados e inferências sobre o comportamento da floresta foi aplicado o modelo básico:

$$\ln V_i = \beta_0 + \beta_1 (I)^{-1} + \varepsilon_i$$

onde:

$\ln V_i$ = crescimento em volume ou biomassa por hectare de cada parcela temporária

I = tempo após a exploração

β_0 e β_1 = coeficientes de regressão

ε_i = erro aleatório

Os resultados mostraram que não são significativos, ou seja, num primeiro momento não se pode prever nada por meio de modelos. Possivelmente, recomenda-se utilizar modelos estocásticos ou probabilísticos para se fazer alguma inferência. A regressão foi aplicada aos dados e as estimativas para cada ano de exploração foram determinadas.

Considerando 1995 como ano 11 e 2005 ano 1, os resultados obtidos, para volume, com todas as espécies arbóreas ($DAP \geq 10$ cm), espécies arbóreas com valor comercial ($DAP \geq 10$ cm) e arbóreas com $DAP \geq 50$ cm, respectivamente foram: $8,4 \pm 2,0 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ (IC 95%); $1,7 \pm 0,4 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ (IC 95%) e $-1,2 \pm 0,3 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ (IC 95%). Para o carbono os resultados foram: $3,8 \pm 0,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ (IC 95%); $0,8 \pm 0,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ (IC 95%) e $-0,4 \pm 0,1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ (IC 95%).

As Tabelas 17, 18 e 19 mostram a média de cada parâmetro estudado com seu respectivo intervalo de confiança e a incerteza embutida nas estimativas. A tabela 17 refere-se a todas as espécies arbóreas inventariadas em todos os talhões explorados ao longo do tempo. Por último, a tabela 19 mostra o estoque remanescente nos talhões explorados das espécies arbóreas com $DAP \geq 50$ cm e com potencial econômico.

Tabela 17 – Parâmetros dendrométricos para Mil Madeireira Ltda – todas as espécies arbóreas (DAP \geq 10 cm)

Ano de Exploração	Ind.ha ⁻¹	AB(m ² .ha ⁻¹)	V(m ³ .ha ⁻¹)	P _{abs} (t.ha ⁻¹)	C _{abs} (t.ha ⁻¹)	P _{tot} (t.ha ⁻¹)	C _{tot} (t.ha ⁻¹)
1995	448	24,23	310,65	519,48	149,15	542,43	153,64
1996	416	25,30	328,92	537,46	154,32	558,99	158,33
1997	447	23,43	300,87	501,89	144,10	523,97	148,41
1998	424	22,86	294,48	488,59	140,28	509,57	144,33
1999	389	22,04	283,58	471,47	135,37	491,83	139,30
2000	415	23,10	295,47	496,03	142,42	518,27	146,79
2001	390	22,27	287,59	475,26	136,46	495,30	140,29
2002	333	20,78	270,02	441,71	126,82	459,47	130,14
2003	382	20,86	268,10	446,66	128,24	466,17	132,04
2004	345	20,13	260,51	429,05	123,19	446,90	126,58
2005	397	20,09	256,11	432,53	124,19	452,50	128,17
Media	399	22,28	286,94	476,37	136,78	496,85	140,73
IC(95%)	21,92	1,01	13,15	21,35	6,13	22,21	6,29

Tabela 18 – Parâmetros dendrométricos para Mil Madeireira Ltda – Todas as espécies arbóreas de valor comercial (DAP \geq 10 cm)

Ano de Exploração	Ind. ha ⁻¹	AB(m ² .ha ⁻¹)	V(m ³ .ha ⁻¹)	P _{abs} (t.ha ⁻¹)	C _{abs} (t.ha ⁻¹)	P _{tot} (t.ha ⁻¹)	C _{tot} (t.ha ⁻¹)
1995	143	9,92	129,29	210,25	60,37	218,39	61,86
1996	130	9,40	124,29	197,59	56,73	204,52	57,93
1997	131	7,76	100,90	164,76	47,31	171,36	48,54
1998	125	7,00	90,19	149,52	42,93	155,90	44,16
1999	119	7,87	102,17	167,39	48,06	174,12	49,32
2000	141	9,20	119,35	195,52	56,14	203,39	57,61
2001	103	7,24	95,29	152,65	43,83	158,20	44,81
2002	90	7,13	94,94	149,12	42,81	153,98	43,61
2003	107	7,15	93,85	150,85	43,31	156,46	44,31
2004	94	7,73	103,07	161,35	46,33	166,53	47,17
2005	130	7,38	95,25	157,52	45,23	164,19	46,51
Media	119	7,98	104,42	168,78	48,46	175,19	49,62
IC(95%)	10,75	0,61	7,99	12,95	3,72	13,47	3,82

Tabela 19 – Parâmetros dendrométricos para Mil Madeireira Ltda – Todas as espécies arbóreas de valor comercial (DAP \geq 50 cm)

Ano de Exploração	Ind. ha ⁻¹	AB(m ² .ha ⁻¹)	V(m ³ .ha ⁻¹)	P _{abs} (t.ha ⁻¹)	C _{abs} (t.ha ⁻¹)	P _{tot} (t.ha ⁻¹)	C _{tot} (t.ha ⁻¹)
1995	12	4,01	55,33	81,51	23,40	83,02	23,51
1996	11	4,54	64,24	90,61	26,01	91,59	25,94
1997	10	4,06	57,18	81,47	23,39	82,49	23,36
1998	8	2,66	36,79	53,96	15,49	54,92	15,56
1999	9	2,93	40,52	59,32	17,03	60,36	17,09
2000	11	3,80	52,94	76,83	22,06	78,06	22,11
2001	9	3,50	49,15	70,36	20,20	71,31	20,20
2002	10	4,13	58,37	82,61	23,72	83,54	23,66
2003	9	3,51	49,33	70,37	20,20	71,28	20,19
2004	9	4,65	66,68	92,12	26,45	92,75	26,27
2005	10	3,89	54,50	78,17	22,44	79,25	22,45
Media	10	3,79	53,18	76,12	21,86	77,14	21,85
IC(95%)	0,74	0,36	5,33	7,02	2,01	7,01	1,98

Os resultados da análise de variância para os indivíduos arbóreos com DAP \geq 10 cm na cronossequência de 11 anos que apresentam potencial econômico conforme a lista de espécies da empresa Mil Madeireira Ltda estão nas Tabelas 17, 18 e 19. Em todas as análises o ano 1 em relação ao ano de medição (2006) foi o talhão explorado em 2005 e ano 11 (1995) que foi o primeiro talhão explorado.

Na Tabela 20 verifica-se que há uma alta significância ($p = 0,000000$), ou seja, há influência do ano de exploração na composição florestal. Os talhões explorados mais recentemente são rapidamente recolonizados por espécies de baixo valor econômico e rápido crescimento, sendo positivo para o acúmulo de biomassa e recuperação dos solos. Para as Tabelas 21 e 22 não ocorre o mesmo comportamento, pois os resultados mostram que não há diferenças entre os anos de exploração para área basal e volume.

Tabela 20 – Anova para as espécies de valor comercial que são exploradas pela empresa Mil Madeireira Ltda (DAP \geq 10 cm).

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Ano de exploração	10	4,50E+04	4501,609606	6,5307	0,000000
Erro	175	1,21E+05	689,301079		

Tabela 21 – Anova para área basal ($m^2 \cdot ha^{-1}$) das espécies de valor comercial que são exploradas pela empresa Mil Madeireira Ltda (DAP \geq 10 cm).

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Ano de exploração	10	106,604866	10,660487	1,0773	0,382074
Erro	175	1731,66	9,895193		

Tabela 22 – Anova para volume de madeira ($m^3 \cdot ha^{-1}$) das espécies de valor comercial que são exploradas pela empresa Mil Madeireira Ltda (DAP \geq 10 cm).

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Ano de exploração	10	1,79E+04	1791,98179	0,9049	0,529946
Erro	175	3,47E+05	1980,252772		

As Tabelas 23, 24 e 25 referem-se a ANOVA para todos os indivíduos arbóreos com DAP \geq 50 cm na cronossequência de 11 anos, ou seja, que são exploradas pela empresa. O diâmetro mínimo de corte (DMC) é o estabelecido pela Resolução CONAMA n° 406/09¹⁷. Os resultados mostram que não há diferenças significativas em relação aos anos de exploração com base no ano de instalação das parcelas (2006). Isso sugere que 11 anos após a exploração a floresta ainda não apresenta uma resposta satisfatória do ponto de vista de rendimento comercial.

¹⁷ Resolução CONAMA n° 406, de 02 de fevereiro de 2009 – Estabelece parâmetros a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS, com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia.

Tabela 23 – Anova para as espécies de valor comercial que são exploradas pela empresa Mil Madeireira Ltda (DAP \geq 50 cm).

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Ano de exploração	10	190,152368	19,015237	0,5733	0,833817
Erro	149	4942,247632	33,169447		

Tabela 24 – Anova para área basal ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$) das espécies de valor comercial que são exploradas pela empresa Mil Madeireira Ltda (DAP \geq 50 cm).

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Ano de exploração	10	49,622770	4,962277	0,6785	0,743100
Erro	149	1089,678955	7,313282		

Tabela 25 – Anova para volume de madeira ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$) das espécies de valor comercial que são exploradas pela empresa Mil Madeireira Ltda (DAP \geq 50 cm).

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Ano de exploração	10	1,07E+04	1073,091272	0,7028	0,720701
Erro	149	2,27E+05	1526,785085		

5.6 Dinâmica do Carbono da vegetação

5.6.1 Resex Auati-Paraná (Fonte Boa) e Projeto Bionte (região central de Manaus)

Nesse estudo, todas as estimativas apresentadas para biomassa e carbono foram determinadas pelas equações de Silva (2007). Essas equações foram desenvolvidas para a região central de Manaus. Para corrigir as estimativas nos diferentes sítios estudados, foi desenvolvido um fator de correção com base na altura dominante da região central de Manaus.

Os resultados dos estoques e da dinâmica de carbono da vegetação arbórea foram obtidos a partir das parcelas permanentes do Projeto Bionte; da Comunidade São José do Inambé (Resex Auati-Paraná) e de uma área manejada empresarialmente no município de Itacoatiara (Mil Madeireira Ltda). Para a área manejada experimentalmente foi utilizado o período de 1980 – 2007 (DAP \geq 25 cm) e 2004 - 2007 (DAP \geq 10 cm). O período de 2004 – 2007 foi utilizado para facilitar a comparação com a área de floresta primária da Comunidade São José do Inambé que teve 20 parcelas (20 x 125 m) instaladas em 2004 e remedidas em 2007. Para a área manejada empresarialmente foi analisado uma cronossequência de exploração de 11 anos, ou seja, de 1995 – 2005.

Para o Projeto Bionte, $DAP \geq 25$ cm e $DAP \geq 10$ cm, respectivamente, a estimativa de fixação de carbono total foi de $0,72 \pm 0,04$ t C ha⁻¹ ano⁻¹ e $0,03 \pm 0,47$ t C ha⁻¹ ano⁻¹ (IC 95%). Para a Comunidade São José do Inambé, o valor foi de $0,91 \pm 0,94$ t C ha⁻¹ ano⁻¹ (IC 95%). Na área da Mil Madeireira Ltda o estoque de carbono determinado para a cronossequência de 11 anos de exploração foi de $139,6 \pm 4,3$, enquanto que somente para o talhão explorado em 1995 foi de 154 t ha⁻¹ ± 25 (IC 95%).

As incertezas deste estudo são altas e a única maneira de melhorá-las é aumentar a intensidade de amostragem e melhorar a distribuição espacial e temporal. Por outro lado, esses estudos são os únicos que conseguem abranger esses fenômenos e conseguem avaliar a dinâmica do carbono da Amazônia. Como as incertezas são mais importantes que a estimativa e para manter em um nível aceitável torna-se necessário a replicação e validação desses estudos em outras localidades e iniciar um programa de monitoramento das parcelas instaladas em 2004.

No sítio ZF-2 (transectos), a floresta primária tem emitido mais do que seqüestrado carbono. Como por exemplo, estimativas para carbono acima do nível do solo e total, respectivamente, $-0,142$ t C ha⁻¹ ano⁻¹ e $-0,141$ t C ha⁻¹ ano⁻¹ (Higuchi *et al.*, 2009). Esses resultados mostram duas estimativas bem distintas quando comparadas com o projeto Bionte e o da Comunidade São do Inambé.

No período de 1996 a 2000, o Projeto Jacaranda encontrou um acúmulo equivalente a $1,12$ t.C.ha⁻¹.ano⁻¹ (Rocha *et al.*, 2003). Isso demonstra que em condições naturais a floresta retirou carbono da atmosfera e fixou nas árvores. Grace *et al.*, (1995) usando método “eddy flux covariance” concluiu que a floresta da Reserva Jaru (1992-1993) retirou e fixou nas árvores uma média de $1,9 \pm 0,9$ t.C.ha⁻¹.ano⁻¹.

Estudos de Philips *et al.* (1998) e Higuchi *et al.* (2004) também foram utilizados como referência para comparação com os estoques de carbono. A primeira referência cobre toda a região amazônica e apresenta uma estimativa de $0,62 \pm 0,37$ t C ha⁻¹ ano⁻¹. Philips *et al.* (1998) ainda apresentam estimativas de seqüestro de carbono para Manaus e Rondônia (Ji-Paraná) com base no *eddy covariance*, obtendo, respectivamente, $5,9$ e $1,0$ t C ha⁻¹ ano⁻¹. Por outro lado, Higuchi *et al.* (2004), somente para a região central de Manaus, obteve uma estimativa de $1,2$ t C ha⁻¹ ano⁻¹.

As estimativas mostram uma grande variação por isso para estimar a capacidade de seqüestro de carbono das florestas do Estado do Amazonas é sensato retirar os incrementos extremos, $-0,142$ e $5,9$, obtidos por Higuchi *et al.* (2009). Neste caso, o incremento médio

passaria a ser $0,90 \text{ t.C.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1} \pm 0,33$ (IC 95%). As estimativas mínima e máxima provável seriam, respectivamente, $0,57 \text{ t.C.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e $1,22 \text{ t.C.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$. Incluindo nesse conjunto de dados a estimativa do sítio Floresta Estadual a média passa para $1,55 \text{ t.C.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1} \pm 1,00$ (IC 95%) passando a estimativa mínima para $0,55 \text{ t.C.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e a máxima $2,55 \text{ t.C.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$.

Isso enfatiza a importância do monitoramento florestal e da regularidade de medições. Não se pode achar que esse comportamento é padrão para o Estado do Amazonas. É necessário ampliar a rede de inventário florestal contínuo e dar prioridade a remedição das parcelas instaladas desde 2004.

5.6.2 Estudo de caso: Área manejada empresarialmente

O comportamento da dinâmica florestal demonstra preliminarmente que 11 anos após a exploração, os serviços ambientais estão sendo recuperados. Isso evidencia a importância do manejo florestal no contexto ambiental, ou seja, de mudanças climáticas. Porém, do ponto de vista técnico e de volume de madeira a floresta não vem respondendo quali e quantitativamente.

Os resultados das variáveis estimadas por hectare para área testemunha foram: $451 \pm 69 \text{ ind.ha}^{-1}$, $24,3 \pm 5,1 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$; $312,8 \pm 71,7 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$; $543,2 \pm 104,3 \text{ t ha}^{-1}$ e $153,8 \pm 29,5 \text{ t ha}^{-1}$ (IC 95%). Ao passo que para o talhão explorado em 1995, com 11 anos de idade em relação a 2006 (ano de medição) as estimativas foram: $143 \pm 16 \text{ ind. ha}^{-1}$; $9,9 \pm 2 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$; $129,3 \pm 28 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$; $542,4 \pm 86,5 \text{ t ha}^{-1}$ e $153,6 \pm 24,5 \text{ t ha}^{-1}$ (IC 95%).

Analisando a diferença de $183,5 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ entre a área controle e o talhão explorado estima-se que serão necessários aproximadamente 60 anos para o retorno de estoque inicial em volume comercial de madeira. Por outro lado, passado 11 anos os serviços ambientais estão sendo recuperados e não há diferença entre a testemunha e a explorada (Figura 18). Isso demonstra que o manejo florestal funciona como tratamento da floresta.

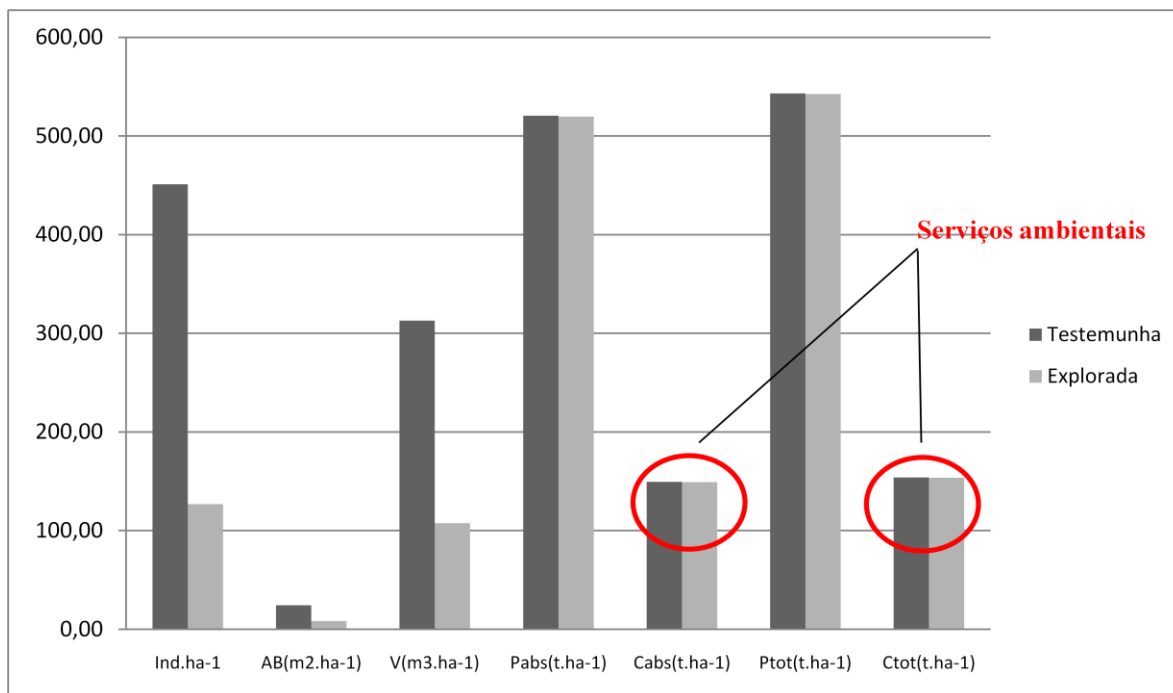


Figura 18 – Figura comparativa entre um talhão explorado em 1995 e a testemunha com relação aos parâmetros dendrométricos.

Ao comparar com a testemunha do BIONTE os valores para indivíduos, área basal, volume, biomassa total e carbono total são, respectivamente: $748 \pm 60,0 \text{ ind.ha}^{-1}$; $30,5 \pm 1,92 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$; $388,5 \pm 22,7 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$; $687,3 \pm 46,8 \text{ t.ha}^{-1}$; $194,7 \pm 13,3 \text{ t.ha}^{-1}$, todos com intervalo de confiança a nível de 95%. A testemunha do BIONTE supera a controle da Mil Madeireira Ltda em todos os parâmetros, sendo 39,75%; 20,28%; 19,5%; e 21%, respectivamente, tanto para biomassa total quanto para estoque de carbono.

Analisando a cronossequência observa-se que o estoque médio de carbono para a área manejada foi de $140,73 \text{ t.ha}^{-1} \pm 6,29$ (IC 95%). Esse valor é inferior ao estoque médio do Estado do Amazonas, mas é possível inferir que o manejo florestal funciona como tratamento silvicultural, ou seja, nessa cronossequência possibilita dizer que a floresta está sequestrando carbono.

Essa resposta é para esta cronossequência e não se pode afirmar que esse comportamento é linear. Os estádios sucessionais são importantes, pois à medida que a floresta vai cicatrizando novas espécies vão surgindo, ou melhor, novas demandas por recursos primários são exigidos, podendo com isto ocasionar uma queda na capacidade de sequestrar carbono. Os fatores climáticos naturais não podem estar dissociados, pois os fenômenos influenciam nas taxas de recrutamento e mortalidade. Por sua vez, essas taxas estarão ligadas diretamente com o balanço positivo e negativo da dinâmica florestal.

A determinação dessas taxas não foram possíveis na Mil Madeireira, pois instalou-se apenas parcelas temporárias. A desvantagem está justamente na dificuldade de determinar o recrutamento e mortalidade. Porém, pode ser considerado um sistema de inventário florestal contínuo, pois não infringe o princípio estatístico da independência e diminui as incertezas das estimativas.

Por outro lado o uso somente de parcelas permanentes torna-se inviável. É um sistema rígido, caro e viola o princípio estatístico da independência. Isso demonstra que a combinação de parcelas temporárias e permanentes é o ideal, pois atenderá todas as condicionantes e facilitará o entendimento da dinâmica florestal.

As Tabelas 26, 27, 28 e 29 mostram as análises de variância para todos os indivíduos arbóreos com DAP ≥ 10 cm na cronosequência de 11 anos para biomassa e carbono. Em todos os quadros foram considerados como ano 1, em relação ao ano de medição 2006, o talhão explorado em 2005; como ano 2, o talhão de 2004 até o ano 11 que foi o primeiro talhão explorado (1995).

Para as tabelas que tratam da ANOVA para biomassa fresca e carbono acima do nível do solo, biomassa e carbono total verifica-se que a probabilidade (p) apresenta o mesmo comportamento. Considerando os limites clássicos de significância, os resultados indicam uma significância a 10% mas não a 5%, ou seja, mostra sinais levemente definidos de que pelo menos um ano de exploração é estatisticamente diferente. Caso seja, considerado os níveis ($p = 0,01$ e $p = 0,05$), pode-se inferir que não há diferenças estatísticas entre os anos de exploração.

Tabela 26 – Anova para biomassa fresca acima do nível do solo ($t \cdot ha^{-1}$) de todos os indivíduos arbóreos com DAP ≥ 10 cm numa cronosequência de 11 anos de exploração na Mil Madeireira Ltda.

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Ano de exploração	10	1,80E+05	17968,6	1,7632	0,070110
Erro	175	1,78E+04	1,02E+04		

Tabela 27 – Anova para carbono acima do nível do solo ($t\cdot ha^{-1}$) de todos os indivíduos arbóreos com DAP ≥ 10 cm numa cronossequência de 11 anos de exploração na Mil Madeireira Ltda.

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Ano de exploração	10	1,48E+04	1481,292406	1,7632	0,070110
Erro	175	1,47E+05	840,100817		

Tabela 28 - Anova para biomassa total ($t\cdot ha^{-1}$) de todos os indivíduos arbóreos com DAP ≥ 10 cm numa cronossequência de 11 anos de exploração na Mil Madeireira Ltda.

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Ano de exploração	10	1,95E+05	19506,2	1,8253	0,059265
Erro	175	1,87E+06	1,07E+04		

Tabela 29 – Anova para carbono total ($t\cdot ha^{-1}$) de todos os indivíduos arbóreos com DAP ≥ 10 cm numa cronossequência de 11 anos de exploração na Mil Madeireira Ltda.

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Ano de exploração	10	1,56E+04	1564,88156	1,8253	0,059265
Erro	175	1,50E+05	857,339896		

Os resultados estatísticos são mostrados na Tabela 30. Verifica-se que entre os tratamentos há uma significância a 5% ($p = 0,044$), ou seja, há sinais indicando que com o passar do tempo entre os tratamentos também há diferenças estatísticas, ou seja, isso pode predizer que a floresta está crescendo e estocando carbono. Outro ponto é que a variável carbono vem sendo influenciada significativamente ($p < 0,00001$) com o passar do tempo ao passo que a interação apresenta fortes sinais de significância ($p = 0,001$) (Tabela 29).

Tabela 30 – Anova de medidas repetidas para a variável carbono considerando todos os indivíduos com DAP ≥ 10 cm.

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Tratamentos	3	2,88795E+04	9,626,4941113	4,28196	0,044393
Erro	8	1,79852E+04	2,24815E+03		

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	p	G-G	H-F
Carbono	16	24047,14991	1502,94687	1,35E+02	0,00000	0,00000	0,00000
Carbono*Tratamentos	48	3510,13676	73,127850	6,55686	0,00000	0,00119	0,00002
Erro	128	1427,56790	11,15287				

Greenhouse-Geisser Epsilon = 0,12542 e Huvnh-Feldt Epsilon = 0,23026

5.7 Alometria para volume comercial de madeira

Na Amazônia há uma carência de estudos sobre alometria de volume comercial em função da diversidade de espécies e tipologias florestais (Baima *et al.*, 2001). As equações de volume na região são aplicadas, na maioria das vezes, pela extrapolação de poucos modelos desenvolvidos para algumas regiões à toda bacia amazônica (Higuchi e Ramm, 1985). Isso caracteriza o grande desafio que se tem para elaborar e ajustar equações de volume para florestas tropicais frente à heterogeneidade de espécies e tipologias destes ecossistemas (Akindele e LeMay, 2006), entre outros fatores de ordem técnica, econômica e operacional (Baima *et al.*, 2001; Silva 2007).

No Estado do Amazonas, a situação começa a mudar, pois atualmente existem inúmeros estudos em diferentes sítios. Esse esforço determinou uma equação para cada sítio, melhorando as estimativas de volume comercial e facilitando as análises de plano de manejo florestal sustentável. Porém, não se pode deixar de mencionar iniciativas de estudos de pesquisadores como Chapman e Meyer (1949), Spurr (1952), dentre outros e no Brasil os estudos de Higuchi *et al.* (1997) entre outros colaboradores; para determinação de biomassa fresca Santos (1996) e Silva (2007) também contribuem.

O esforço é utilizar a madeira caída como alternativa, pois é um componente do inventário florestal contínuo e vem proporcionando resultados interessantes e satisfatórios. O objetivo principal foi desenvolver um modelo que estime com segurança o volume comercial do sítio estudado e em seguida determinar a altura dominante. Além disso, superar a falta de recursos aliada as dificuldades de acessibilidade e de áreas para coleta de dados.

Esse estudo sobre alometria de volume comercial contribui para o manejo florestal sustentável no Estado do Amazonas, além de, facilitar o planejamento e elaboração de políticas públicas. Nesse estudo foram testados 18 modelos tendo como variáveis independentes o DAP, altura comercial e total e a variável combinada de SPURR, mas apenas 7 modelos foram realmente discutidos. Os modelos de dupla entrada (DAP e altura total) são os que melhor se ajustam, porém o tempo e o custo da coleta de dados entram como critério de seleção.

O estudo de alometria para a determinação do estoque de biomassa fresca em florestas também é muito importante, porém é muito mais complexa a obtenção das variáveis. Porém, para a determinação de estoques de carbono essa ferramenta torna-se imprescindível para o contexto de mudanças climáticas. Por isso, como não é possível derrubar a floresta e colocar

na balança, o ideal é desenvolver modelos que possa estimar a biomassa com precisão, ou seja, medir parte para estimar o todo.

Nesse estudo os modelos testados já apresentaram bons resultados em outras situações e sítios, mostrando que todas as equações foram altamente significantes (Anova, $p < 0,00001$), os coeficientes de correlação foram positivos e altamente significantes ($p < 0,00001$). Em inventários florestais na Amazônia a variável altura é muito complicada de ser obtida, por isso são sempre estimadas holisticamente provocando estimativas errôneas e inexatas. Logo, é aconselhável trabalhar com o DAP que é de fácil mensuração, diminui erros não amostrais e agiliza o trabalho de campo, minimizando custos e tempo de coleta.

Em inventários florestais, o erro (%) aceitável é de 10%. Quanto menor o erro (%), mais preciso é o modelo. A distribuição de resíduos indica a consistência do modelo e tem que ser uniforme, independentemente, do tamanho das árvores. A decisão final sobre o melhor modelo dependerá ainda dos custos de coletas das variáveis independentes durante o inventário florestal.

O erro em porcentagem ($S_{yx} \%$), na realidade, é um indicador de precisão do modelo. Quanto mais próximo de zero, mais preciso é o modelo. Como em inventários florestais, o limite de erro ou incerteza aceitável é de 10%; por analogia, neste trabalho, o erro (%) do modelo aceitável foi considerado como 10% também. Os 7 modelos (3 não lineares e 4 logarítmicos) testados para volume comercial da floresta primária e área manejada empresarialmente, apresentaram erros dentro do limite aceitável. A variável dependente de todos os modelos foi o V e $\ln V$ enquanto que as variáveis independentes dos modelos 4, 5, 6 e 7 foram, respectivamente, $\ln DAP$, $\ln DAP$ e $\ln H_C$, $\ln DAP$ e $\ln H_T$ e $\ln D^2H_T$, respectivamente.

5.6.1 Estatística Descritiva dos Sítios Estudados

A estatística descritiva dos dados de madeira caída para a cubagem e determinação do fator de correção para correção dos modelos de biomassa são apresentados na Tabela 31. Os dados mostram que há uma variação grande quando se compara a Resex Auati-Paraná com os demais sítios. Em relação ao DAP, H_C e H_t a variação chega a ser, respectivamente, de 28 a 42%; 31 a 42% e 7 a 25%.

Rolim *et al.*, (2006) encontrou uma média de volume em torno de $2,4 \text{ m}^3$ e erro padrão da média estimado em $0,429 \text{ m}^3$ para 55 árvores cubadas. Nesse estudo a estimativa

para os diferentes sítios com “n” diferentes também a média foi de $1,84 \pm 0,4 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (IC 95%). Isso pode indicar que a floresta do Estado do Pará tenha melhor potencial volumétrico do que o Amazonas.

Tabela 31 – Estatística descritiva para os dados utilizados na cubagem rigorosa de madeira caída.

Sítios	N	DAP		H _c		Ht		V _{real} (m ³)
		Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	
Resex Auati Paraná	206	180,0	10,0	39,0	5,3	48,0	7,9	1,87
Resex Lago do Capanã Grande	99	129,0	10,2	23,3	4,7	41,5	13,3	2,51
Flona do Pau Rosa	140	126,0	10,0	27,0	2,0	44,8	11,0	2,12
Resex do Rio Unini	189	113,0	11,0	22,8	5,5	36,0	10,5	1,25
RDS do Juma	203	104,0	10,0	24,0	4,9	42,0	10,4	1,45
Média	167	130,4	10,24	27,22	4,48	42,46	10,62	1,84
IC (95%)	± 40,8	± 25,9	± 0,4	± 6,0	± 1,2	± 4,0	± 1,7	± 0,4

Para todos os sítios estudados foram testados inúmeros modelos e verificados os critérios de seleção. Critérios como coeficiente de determinação (R^2), erro padrão médio da estimativa ($S_{yx\%}$) e distribuição dos resíduos. A facilidade de obtenção das variáveis independentes, a diminuição de erros não amostrais, custo e tempo também foram utilizados na escolha.

Os modelos foram padronizados para os sítios constantes na tabela acima, exceto para a região de Manaus e para a Mil Madeireira Ltda. Para Manaus utilizou-se apenas modelos de simples entrada e indivíduos com $DAP \geq 10 \text{ cm}$. Os dados da Mil Madeireira Ltda foram para indivíduos com $DAP \geq 45 \text{ cm}$ e foram obtidos durante a exploração florestal.

Na Tabela 32 são apresentados os coeficientes de regressão de cada modelo, juntamente com os seus respectivos R^2 , desvio padrão da estimativa (S_{yx}), erro padrão de estimativa da média ($S_{yx\%}$) e incerteza. Esses resultados são para o sítio Fonte Boa (Resex Auati-Paraná). Todos os modelos apresentaram erros inferiores a 6% mostrando que todos os modelos estão habilitados para estimar volume comercial. Para os modelos não lineares de simples (DAP como variável independente) e de dupla entrada (DAP e altura total como independentes) apresentam coeficientes de determinação (R^2) iguais a 0,82 e 0,93, respectivamente. Os demais, sendo um não linear e quatro logarítmicos apresentam R^2 igual

ou superior a 0,95, ou seja, mais de 95% da variação do conjunto de dados é explicado pelo modelo.

Os modelos logarítmicos apresentam erros inferiores a 6% e R^2 superior a 0,95. Utilizando o modelo logarítmico de simples entrada o R^2 é igual a 0,95 e quando é acrescentada a altura comercial (H_c), total (H_t) e a combinada com altura total (DAP^2H_t), o R^2 passa, respectivamente, a 0,98, 0,96 e 0,96. Os modelos de dupla entrada acrescentam apenas 3% e 1%, respectivamente, da explicação da variação dos dados. Neste caso, é interessante considerar o custo e benefício para a tomada de decisão, pois facilitará o planejamento de inventários florestais.

No geral, os modelos de simples entrada apresentam indicadores satisfatórios quanto aos de dupla entrada. Os modelos explicam 82% e 95% da variação dos dados e apresentam erro de 4,9% e 5,8%, respectivamente. Vale ressaltar, que estes modelos não podem ser aplicáveis em toda a região amazônica porque há diferentes sítios, que são distintos, principalmente, pela altura total da árvore. Para a região de Fonte Boa (Alto Solimões) os modelos produzirão estimativas confiáveis, desde que as características sejam similares.

Tabela 32 - Resumo das equações testadas para volume comercial para o sítio Fonte Boa (Resex Auati-Paraná).

Equação	n	a	b	c	R^2	S_{xy}	$S_{yx}(\%)$	Incerteza
$V = a (DAP)^b$	206	0,001481	1,891552		0,82	0,09	4,86	9,72
$V = a (DAP)^b (H_c)^c$	206	0,00008	1,612336	1,475666	0,95	0,05	2,62	5,23
$V = a (DAP)^b (H_t)^c$	206	0,000005	1,823141	1,801053	0,93	0,06	3,00	6,01
$\ln V = a + b \ln(DAP)$	206	-8,108404	2,260256		0,95	0,11	5,75	11,50
$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_c)$	206	-9,152903	1,948463	0,861403	0,98	0,06	3,43	6,86
$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_t)$	206	-9,316195	2,017438	0,676221	0,96	0,08	4,34	8,69
$\ln V = a + b \ln(DAP^2 H_t)$	206	-0,989521	0,951756		0,96	0,08	4,02	8,03

S_{yx} e $S_{yx}(\%)$ corrigidos para equações logarítmicas.

As análises de variância para cada modelo do sítio Fonte Boa (Resex Auati-Paraná) são apresentadas na Tabela 33. Todos são altamente significativos ($p < 0,000001$). As distribuições de resíduos de todos os 7 modelos testados são apresentados no APÊNDICE H.

Tabela 33 – Análise de Variância de Regressão – Volume comercial – Sítio Fonte Boa (Resex Auati Paraná).

a) $V = b_0(DAP)^{b_1}$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	2	2280,206858	1140,10343	672,640487	0,000000
Resíduo	204	345,773211	1,694967		

b) $V = b_0(DAP)^{b_1}(H_c)^{b_2}$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	3	2526,122700	842,040900	1711,785334	0,000000
Resíduo	203	99,85737	0,491908		

c) $V = b_0(DAP)^{b_1}(H_t)^{b_2}$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	3	2494,41266	831,470887	1282,90641	0,000000
Resíduo	203	131,567409	0,648115		

d) $\ln V = b_0 + b_1 \ln(DAP)$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	1	308,505665	308,505665	3650,13388	0,000000
Resíduo	204	17,241945	0,084519		

e) $\ln V = b_0 + b_1 \ln(DAP) + b_2 \ln(H_c)$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	2	319,650825	159,825412	5321,65991	0,000000
Resíduo	203	6,096786	0,030033		

f) $\ln V = b_0 + b_1 \ln(DAP) + b_2 \ln(H_t)$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	2	312,048912	156,024456	2312,12424	0,000000
Resíduo	203	13,698699	0,067481		

$$g) \text{Ln}V = b_0 + b_1 \text{Ln}(DAP^2 H_t)$$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	1	311,447079	311,447079	4442,83361	0,000000
Resíduo	204	14,300532	0,070101		

Para a Resex Lago do Capanã Grande os coeficientes de regressão de cada modelo, juntamente com os seus respectivos R^2 , desvio padrão da estimativa (S_{yx}), erro padrão de estimativa da média ($S_{yx\%}$) e a incerteza são mostrados na Tabela 34. Nesse sítio, as 7 equações escolhidas apresentam erros ($S_{yx\%}$) do modelo inferiores a 5%. Isso mostra que todos os modelos estão habilitados para estimar volume comercial.

Para os modelos não lineares de simples (DAP como variável independente) e de dupla entrada (DAP e altura total como independentes) apresentam coeficientes de determinação (R^2) iguais a 0,94. Os demais, sendo um não linear e quatro logarítmicos apresentam R^2 superiores a 0,95, ou seja, mais de 95% da variação do conjunto de dados é explicado pelo modelo.

Os modelos logarítmicos apresentam erros inferiores a 5% e R^2 superior a 0,95. Utilizando o modelo logarítmico de simples entrada o R^2 é igual a 0,96 e quando é acrescentada a altura comercial (H_c), total (H_t) e a combinada com altura total ($DAP^2 H_t$), o R^2 passa, respectivamente, a 0,98, 0,97 e 0,97. Os modelos de dupla entrada acrescentam apenas 2% e 1%, respectivamente, da explicação da variação dos dados. Neste caso, é interessante considerar o custo e benefício para a tomada de decisão, pois facilitará o planejamento de inventários florestais.

No geral, os modelos de simples entrada apresentam indicadores satisfatórios quanto aos de dupla entrada. Os modelos explicam 94% e 98% da variação dos dados e apresentam erro de 3,5% e 2,4%, respectivamente. Para a região de Manicoré (rio Madeira) os modelos produzirão estimativas confiáveis, desde que as características sejam similares.

Tabela 34 - Resumo das equações testadas para volume comercial para o sítio Manicoré (Resex Lago do Capanã Grande).

Equação	N	A	B	c	R²	S_{xy}	S_{yx}(%)	Incerteza
$V = a (DAP)^b$	99	0,000103	2,504559		0,94	0,088649	3,54	7,08
$V = a (DAP)^b (H_c)^c$	99	0,000082	2,040503	0,815743	0,97	0,057739	2,30	4,61
$V = a (DAP)^b (H_t)^c$	99	0,000079	2,473005	0,12021	0,94	0,088737	3,54	7,08
$\ln V = a + b \ln(DAP)$	99	-7,96278	2,220434		0,96	0,089386	3,57	7,13
$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_c)$	99	-9,06841	1,966477	0,804017	0,98	0,059479	2,37	4,75
$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_t)$	99	-9,39119	1,984637	0,725604	0,97	0,105684	4,22	8,44
$\ln V = a + b \ln(DAP^2 H_t)$	99	-1,04302	0,95222		0,97	0,112068	4,47	8,95

S_{yx} e $S_{yx}(\%)$ corrigidos para equações logarítmicas.

As análises de variância para cada modelo são apresentadas na Tabela 35. Todos são altamente significativos ($p < 0,000001$). As distribuições de resíduos de todos os 7 modelos testados são apresentados no APÊNDICE I.

Tabela 35 – Análise de Variância de Regressão – Volume comercial – Sítio Manicoré (Resex Lago do Capanã Grande).

a) $V = b_0 (DAP)^{b_1}$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	2	2280,206858	1140,1034	672,6404874	0,000000
Resíduo	97	345,773211	1,694967		

b) $V = b_0 (DAP)^{b_1} (H_c)^{b_2}$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	3	2516,662913	838,887638	1557,799769	0,000000
Resíduo	203	109,317157	0,538508		

c) $V = b_0 (DAP)^{b_1} (H_t)^{b_2}$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	3	2424,331247	808,11042	813,52524	0,000000
Resíduo	203	201,648822	0,993344		

$$d) \text{Ln}V = b_0 + b_1 \text{Ln}(DAP)$$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	1	160,105569	160,10557	2337,54645	0,000000
Resíduo	97	6,643792	0,068493		

$$e) \text{Ln}V = b_0 + b_1 \text{Ln}(DAP) + b_2 \text{Ln}(H_c)$$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	2	164,012516	82,006258	2876,504192	0,000000
Resíduo	96	2,736844	0,028509		

$$f) \text{Ln}V = b_0 + b_1 \text{Ln}(DAP) + b_2 \text{Ln}(H_t)$$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	2	161,25543	80,627715	1408,885773	0,000000
Resíduo	96	5,493931	0,057228		

$$g) \text{Ln}V = b_0 + b_1 \text{Ln}(DAP^2 H_t)$$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	1	161,141877	161,141877	2787,48771	0,000000
Resíduo	97	5,607483	0,057809		

Para a Flona do Pau-Rosa (Maués) os coeficientes de regressão de cada modelo, juntamente com os seus respectivos R^2 , desvio padrão da estimativa (S_{yx}), erro padrão de estimativa da média ($S_{yx\%}$) e incerteza são apresentados na Tabela 36. Nesse sítio, as 7 equações escolhidas apresentam erros ($S_{yx\%}$) do modelo inferiores a 5%. Isso mostra que todos os modelos estão habilitados para estimar volume comercial.

Para os modelos não lineares de simples (DAP como variável independente) e de dupla entrada (DAP e altura total como independentes) apresentam coeficientes de determinação (R^2) iguais a 0,92 e 0,94, respectivamente. Os demais, sendo um não linear apresentou R^2 igual a 0,94 enquanto que os quatro logarítmicos apresentam R^2 superiores a 0,95, ou seja, mais de 95% da variação do conjunto de dados é explicado pelo modelo.

Os modelos logarítmicos apresentam erros inferiores a 5% e R^2 superior a 0,95. Utilizando o modelo logarítmico de simples entrada o R^2 é igual a 0,96 e quando é acrescentada a altura comercial (H_c), total (H_t) e a combinada com altura total (DAP^2H_t), o R^2 passa, respectivamente, a 0,98, 0,97 e 0,97. Os modelos de dupla entrada acrescentam apenas 2% e 1%, respectivamente, da explicação da variação dos dados. Neste caso, é interessante considerar o custo e benefício para a tomada de decisão, pois facilitará o planejamento de inventários florestais. Os mesmos resultados obtidos para o sítio de Manicoré foram encontrados para a Flona do Pau Rosa.

No geral, os modelos de simples entrada apresentam indicadores satisfatórios quanto aos de dupla entrada. Os modelos explicam 92% e 98% da variação dos dados e apresentam erro de 4,0% e 3,6%, respectivamente. Para a região do rio Paraconi (Maués) os modelos produzirão estimativas confiáveis e possivelmente poderão ser utilizadas na Floresta Estadual de Maués que limítrofe com a Flona do Pau-Rosa.

Tabela 36 - Resumo das equações testadas para volume comercial para o sítio Maués (FLONA do Pau Rosa).

Equação	N	A	b	C	R^2	S_{xy}	$S_{yx(\%)}$	Incerteza
$V = a (DAP)^b$	140	0,000567	2,1462		0,92	0,08489	4,01	8,01
$V = a (DAP)^b (H_c)^c$	140	0,000215	1,764	0,9036	0,94	0,07161	3,38	6,76
$V = a (DAP)^b (H_t)^c$	140	0,000063	1,9481	0,8893	0,94	0,06944	3,28	6,55
$\ln V = a + b \ln(DAP)$	140	-8,276802	2,3269		0,95	0,087591	4,13	8,27
$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_c)$	140	-9,195919	1,9945	0,8166	0,98	0,07639	3,60	7,21
$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_t)$	140	-9,905337	2,0247	0,8565	0,97	0,06988	3,30	6,59
$\ln V = a + b \ln(DAP^2 H_t)$	140	-1,046788	0,987		0,97	0,06964	3,29	6,57

S_{yx} e $S_{yx(\%)}$ corrigidos para equações logarítmicas.

As análises de variância de cada modelo são apresentadas na Tabela 37. Todos são altamente significativos ($p < 0,000001$). As distribuições de resíduos de todos os 7 modelos testados são apresentados no APÊNDICE J.

Tabela 37 – Análise de Variância de Regressão – Volume comercial – Sítio Maués (FLONA do Pau Rosa).

a) $V = b_0(DAP)^{b_1}$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	p
Regressão	2	2143,23256	1071,6163	1062,15882	0,000000
Resíduo	138	139,228747	1,008904		

b) $V = b_0(DAP)^{b_1}(H_c)^{b_2}$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	p
Regressão	3	2184,114487	728,038162	1014,178478	0,000000
Resíduo	137	98,346823	0,71786		

c) $V = b_0(DAP)^{b_1}(H_t)^{b_2}$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	p
Regressão	3	2189,986	729,99533	1081,471363	0,000000
Resíduo	137	92,47531	0,675002		

d) $\ln V = b_0 + b_1 \ln(DAP)$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	p
Regressão	1	290,841825	290,841825	2912,991647	0,000000
Resíduo	138	13,778356	0,099843		

e) $\ln V = b_0 + b_1 \ln(DAP) + b_2 \ln(H_c)$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	p
Regressão	2	299,67856	149,839280	4154,124757	0,000000
Resíduo	137	4,941621	0,036070		

f) $\ln V = b_0 + b_1 \ln(DAP) + b_2 \ln(H_t)$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	p
Regressão	2	294,16583	147,082915	1927,464847	0,000000
Resíduo	137	10,454351	0,076309		

$$g) \text{Ln}V = b_0 + b_1 \text{Ln}(DAP^2 H_t)$$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	p
Regressão	1	294,087492	294,087492	3853,145695	0,000000
Resíduo	138	10,532689	0,076324		

Na parte norte do Estado do Amazonas com acesso pelo rio Negro, o sítio estudado foi a Resex do Rio Unini. Esse sítio está localizado na margem direita do Rio Negro e o rio que dá nome a Resex é limite entre a mesma e o Parque Nacional do Jaú. Nesse sítio foram cubadas rigorosamente 189 árvores que apresentaram DAP's entre 11,0 a 113,0 cm; alturas comerciais de 5,5 a 22,8 m e 10,5 a 36,0 m para altura total.

No geral todos os modelos testados apresentaram erros inferiores a 10% exceto os logarítmicos de simples entrada e dupla entrada que superaram os 11%. Isso não invalida, mas quando comparados com os não-lineares verifica-se que é mais sensato propor para a região de Barcelos modelos não-lineares. Dos 7 modelos que estão sendo apresentados os não lineares e um logarítmico apresentaram erros inferiores a 5%. Com isso, os 4 modelos estão aptos a estimarem o volume comercial (Tabela 38).

O coeficiente de determinação dos modelos apresentados foram superiores a 0,95, ou seja, 95% da variação do conjunto de dados está sendo explicado por esses modelos. Já o modelo logarítmico de simples entrada, apenas o DAP como variável independente, apresentou $R^2_{ajustado}$ inferior a 90%.

Tabela 38 - Resumo das equações testadas para volume comercial ($DAP \geq 10$ cm) para o sítio Barcelos (Resex do Rio Unini).

Equação	N	A	b	c	R^2	S_{xy}	$S_{yx}(\%)$	Incerteza
$V = a (DAP)^b$	189	0,000596	2,10523		0,96	0,02	1,85	3,70
$V = a (DAP)^b (H_c)^c$	189	0,000278	2,080350	0,321100	0,97	0,02	1,65	3,30
$V = a (DAP)^b (H_t)^c$	189	0,000076	2,000229	0,762370	0,97	0,02	1,59	3,18
$\ln V = a + b \ln(DAP)$	189	-8,007327	2,248766		0,96	0,03	2,01	4,01
$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_c)$	189	-9,078949	2,018083	0,738109	0,98	0,02	1,98	3,97
$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_t)$	189	-9,542852	1,975145	0,803474	0,97	0,02	1,64	3,28
$\ln V = a + b \ln(DAP^2 H_t)$	189	-0,992548	0,957816		0,97	0,02	1,72	3,44

As análises de variância de cada modelo são apresentadas na Tabela 39. Todos são altamente significativos ($p < 0,000001$). As distribuições de resíduos de todos os 7 modelos testados são apresentados no APÊNDICE K.

Tabela 39 – Análise de Variância de Regressão – Volume comercial ($DAP \geq 10$ cm) – Sítio Barcelos (Resex do Rio Unini)

a) $V = b_0(DAP)^{b_1}$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	2	779,747777	389,873888	3862,011154	0,000000
Resíduo	187	18,87781	0,100951		

b) $V = b_0(DAP)^{b_1}(H_c)^{b_2}$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	3	783,661019	261,220340	3246,788142	0,000000
Resíduo	186	14,964568	0,080455		

c) $V = b_0(DAP)^{b_1}(H_t)^{b_2}$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	3	784,771991	261,590664	3512,132649	0,000000
Resíduo	186	13,853596	0,074482		

d) $\ln V = b_0 + b_1 \ln(DAP)$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	1	249,782291	249,782291	4094,321816	0,000000
Resíduo	187	11,408377	0,061007		

e) $\ln V = b_0 + b_1 \ln(DAP) + b_2 \ln(H_c)$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	2	255,823853	127,911926	4433,074305	0,000000
Resíduo	186	5,366815	0,028854		

$$f) \text{Ln}V = b_0 + b_1 \text{Ln}(DAP) + b_2 \text{Ln}(H_t)$$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	2	253,144334	126,572167	2925,847596	0,000000
Resíduo	186	8,046334	0,043260		

$$g) \text{Ln}V = b_0 + b_1 \text{Ln}(DAP^2 H_t)$$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	P
Regressão	1	253,017888	253,017888	5789,220638	0,000000
Resíduo	187	8,17278	0,043705		

Para a região central de Manaus, precisamente na Estação Experimental de Silvicultura Tropical – EEST/INPA, denominada ZF-2, foram derrubadas, cubadas e pesadas 386 árvores. Os dados levantados foram para alometria de biomassa, ou seja, determinar estoque de carbono. Para volume apenas três modelos foram testados e discutidos por considerar apenas a variável independente DAP.

Na Tabela 40 são apresentados os coeficientes de regressão de cada modelo, juntamente com os seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), desvio padrão da estimativa (S_{yx}), erro padrão de estimativa da média ($S_{yx\%}$) e a incerteza. Os coeficientes de determinação dos três modelos, um linear, um não linear e um logarítmico foram superiores a 0,83, ou seja, mais de 83% da variação do conjunto de dados estão sendo explicados pelos modelos propostos. No geral, os modelos de simples entrada apresentam indicadores satisfatórios quanto aos de dupla entrada. Os modelos explicam 83%, 85% e 95% da variação dos dados e apresentam erro de 2,5%, 2,0% e 2,6%, respectivamente. Para a região de Manaus os modelos produzirão estimativas confiáveis, desde que as características sejam similares.

Tabela 40 - Equações testadas para volume comercial para o sítio Manaus (EEST/INPA).

Equação	N	A	B	R^2	S_{xy}	$S_{yx\%}$	Incerteza
$V = a + b (DAP)$	386	-2,83224	0,1264	0,84	0,05	2,48	4,96
$V = a (DAP)^b$	386	0,001176	1,9987	0,89	0,04	2,02	4,04
$\text{ln}V = a + b \text{ln}(DAP)$	386	-8,282064	2,3781	0,95	0,05	2,58	5,17

As análises de variância de cada modelo são apresentadas na Tabela 41. Todos foram altamente significativos ($p < 0,000001$). As distribuições de resíduos de todos os 3 modelos testados são apresentados no APÊNDICE L.

Tabela 41 – Análise de Variância de Regressão – Volume comercial – Sítio Manaus (EEST/INPA).

a) $V = b_0 + b_1(DAP)$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	p
Regressão	1	2104,252562	2104,252562	1959,551445	0,000000
Resíduo	384	412,356114	1,073844		

b) $V = b_0(DAP)^{b_1}$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	p
Regressão	1	2104,252562	2104,252562	1959,551445	0,000000
Resíduo	384	412,356114	1,073844		

c) $LnV = b_0 + b_1 Ln(DAP)$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	p
Regressão	1	466,226399	466,226399	7547,047381	0,000000
Resíduo	384	23,721981	0,061776		

Para empresa Mil Madeireira Ltda, manejada empresarialmente, foram cubadas durante a exploração 203 árvores de valor econômico. Dos 7 modelos que estão sendo analisados nesse estudo, para o sítio Itacoatiara apenas 4 serão apresentados. Todos os erros ($S_{y,x} \%$) do modelo são inferiores a 5%. Com isso, todos os modelos estão aptos a estimarem o volume comercial. Porém, vale ressaltar, que o modelo não linear de simples entrada apresenta erro ($S_{y,x} \% = 1,8\%$) baixíssimo, mas apenas 79% da variação do conjunto de dados é explicado pelo modelo. O mesmo ocorre nos outros sítios serão apresentados e discutidos os resultados de apenas 7 modelos, por serem mais comuns e já testados em outros estudos na Amazônia.

As 4 equações testadas apresentaram erros ($S_{y,x} \%$) do modelo inferiores a 5%. Isso mostra que todos os modelos estão habilitados para estimar volume comercial. Para os

modelos não lineares de simples (DAP como variável independente) e de dupla entrada (DAP e altura comercial como independentes) apresentam coeficientes de determinação (R^2) iguais a 0,79 e 0,94, respectivamente. As logarítmicas, de simples e dupla entrada apresentam R^2 igual a 0,72 e 0,94, respectivamente, ou seja, 72% e 94% da variação do conjunto de dados é explicado pelos modelos logarítmicos.

Os modelos em apreciação e que poderão ser utilizados pela empresa são para indivíduos comerciais com $DAP \geq 45$ cm, porém na Instrução Normativa nº 05/06, considera-se o DMC (diâmetro mínimo de corte) > 50 cm. Pode-se observar ainda, que os modelos de dupla entrada não linear e logarítmico conseguem explicar melhor a variação do conjunto de dados e erros abaixo de 1% quando comparados com os de simples entrada. Porém, o bom senso no momento da escolha é recomendado desde que não comprometa a confiabilidade e a precisão dos resultados.

Na Tabela 42 são apresentados os coeficientes de regressão de cada modelo, juntamente com os seus respectivos R^2 , desvio padrão da estimativa (S_{yx}), erro padrão de estimativa da média ($S_{yx(\%)}$) e incerteza. As análises de variância de cada modelo são apresentadas na Tabela 43 onde todos são altamente significativos ($p < 0,000001$). As distribuições de resíduos de todos os 4 modelos testados são apresentados no APÊNDICE M. Os modelos logarítmicos apresentam distribuição de resíduos uniforme.

Vale ressaltar, que estes modelos não podem ser aplicáveis em toda a região amazônica porque há diferentes sítios, que são distintos, principalmente, pela altura total da árvore. Outro motivo é que os modelos sugeridos são para indivíduos com $DAP \geq 45$ cm. Para a região de Itacoatiara os modelos produzirão estimativas confiáveis, desde que as características sejam similares.

Tabela 42 - Resumo das equações testadas para volume comercial ($DAP \geq 45$ cm) para o sítio Itacoatiara (Mil Madeireira Ltda – PWA).

Equação	N	a	b	c	R^2	S_{xy}	$S_{yx(\%)}$	Incerteza
$V = a (DAP)^b$	203	0,000512	2,164882		0,79	0,10	1,79	3,58
$V = a (DAP)^b (H_c)^c$	203	0,000073	2,043640	0,864179	0,94	0,05	0,95	1,90
$\ln V = a + b \ln(DAP)$	203	-7,743874	2,195739		0,72	0,10	1,81	3,61
$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_c)$	203	-9,032600	1,927893	0,864115	0,94	0,05	0,98	1,96

S_{yx} e $S_{yx(\%)}$ corrigidos para equações logarítmicas.

Tabela 43 – Análise de Variância de Regressão – Volume comercial ($DAP \geq 45$ cm) – Sítio Itacoatiara (Mil Madeireira Ltda)

a) $V = b_0(DAP)^{b_1}$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	p
Regressão	2	7534,53	3767,27	1928,169941	0,000000
Resíduo	201	392,71509	1,953806		

b) $V = b_0(DAP)^{b_1}(H_c)^{b_2}$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	p
Regressão	3	7816,860000	2605,620000	4720,787903	0,000000
Resíduo	200	110,389283	0,551946		

c) $\ln V = b_0 + b_1 \ln(DAP)$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	p
Regressão	1	34,851879	34,851879	508,7122902	0,000000
Resíduo	201	13,770551	0,068510		

d) $\ln V = b_0 + b_1 \ln(DAP) + b_2 \ln(H_c)$

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	p
Regressão	2	45,823131	22,911566	1637,008145	0,000000
Resíduo	200	2,799299	0,013996		

5.6.2 Modelos logarítmicos

A comparação entre modelos logarítmicos e não logarítmicos foi realizada com aplicação dos modelos aos dados observados. Depois disso, foram calculados: soma dos quadrados dos resíduos (diferença entre o observado e o estimado); quadrado médio dos resíduos (variância); erro padrão de estimativa (desvio padrão) e desvio padrão da média. O indicador final é o desvio padrão da média em porcentagem ($S_{y,x} \%$), que é o $S_{y,x}$ dividido pela média e multiplicado por 100.

As diferenças (ao quadrado) entre o observado e o estimado foram calculadas para cada par de valores – SQR (soma dos quadrados dos resíduos). A soma das diferenças ao quadrado foi dividida pelo número total de árvores menos o número de coeficientes de cada

modelo (n-c) – MQR (quadrado médio dos resíduos ou variância). A raiz quadrada de MQR é o desvio padrão ou o erro padrão de estimativa do modelo (EPE). O erro padrão da média ($S_{y,x}$) foi calculado da seguinte maneira:

$$S_{y,x} = \frac{EPE}{\sqrt{n}}$$

O $S_{y,x}$ % que é apresentado para cada modelo nos quadros dentro de cada sítio foi calculado dividindo $S_{y,x}$ pela média e multiplicando por 100. Como foram testados 4 modelos logarítmicos e 3 não lineares, as comparações foram inevitáveis. Desta forma, houve necessidade de calcular fatores de correção para os modelos logarítmicos. Inicialmente, os erros dos modelos logarítmicos foram corrigidos de acordo com Furnival (1961), Sprugel (1983) e Santos (1996). O índice utilizado por Santos (1996) é adotado pelo curso de Ciências Florestais da Universidade Federal de Viçosa. Nos três casos, o fator de correção é o exponencial ou anti-logaritmo da média dos valores transformados em logaritmos ou do erro ($S_{y,x}$ %) e o erro corrigido é o erro estimado multiplicado por este fator.

Fatores de correção:

$$IF = (EPE) \times \exp\left(\frac{\sum \ln V}{n}\right), \text{ onde IF} = \text{Índice de Furnival}$$

$$Sprugel = (EPE) \times \exp(EPE^2/p), \text{ onde } p = \text{número de coeficientes}$$

$$Santos = (EPE) \times \exp(QMR/2), \text{ onde QMR} = \text{quadrado médio dos resíduos}$$

Para os modelos logarítmicos foram calculados os fatores de correção de Furnival, Sprugel (1983) e Santos (1996). A Tabela 43 apresenta o resultado dos fatores e os seguintes significados: M = média aritmética; EPE = erro padrão de estimativa = RAIZ(MQR); M ln = média dos dados em logaritmos; EPE ln = erro em logaritmo; Magn. = magnitude do EPE em relação ao EPE ln.

As estatísticas foram apresentadas para o volume comercial nos sítios estudados. Os sítios de Fonte Boa, Manicoré, Maués e Barcelos as variáveis independentes coletadas foram as mesmas favorecendo o desenvolvimento dos quatro modelos. Para a região de Manaus e Itacoatirara (Mil Madeireira Ltda) o mesmo não foi possível se limitando a um e dois modelos, respectivamente.

A variável ln V é uma variável dependente em análise de regressão, mas não tem o menor sentido no setor florestal porque a comunicação é feita em volume (V), mas jamais

com $\ln V$. O EPE apresentado no output de pacotes estatísticos é em relação ao $\ln V$. O mais apropriado é apresentar o erro na forma do índice calculado pelo LMF e não como aparece no output do pacote estatístico.

Tabela 44 - Fatores de correções para modelos logarítmicos de volume comercial.

Sítios	Modelos	n	Média	EPE	M ln	EPE ln	IF	Magni.	Sprugel	Magni.	Santos	Magni.
Manaus	$\ln V = a + b \ln(DAP)$	386	2,125995	1,07932	0,196411	0,248548	1,313561	0,821674	1,932465	0,55852	1,932465	0,55852
	$\ln V = a + b \ln(DAP)$	206	1,867265	1,540485	1,852577	0,290722	9,822487	0,156832	5,046243	0,305274	5,046243	0,305274
Fonte Boa	$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_c)$	206	1,867265	0,919095	1,863992	0,173302	5,861526	0,156801	1,218003	0,754592	1,402143	0,655493
	$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_t)$	206	1,867265	1,164075	1,815844	0,259772	7,088735	0,164215	1,828721	0,636551	2,292085	0,507867
	$\ln V = a + b \ln(DAP^2 H_t)$	206	1,867265	1,076459	1,792222	0,264765	6,406618	0,168023	1,921409	0,560245	1,921409	0,560245
Manicoré	$\ln V = a + b \ln(DAP)$	99	2,505614	0,889381	2,401288	0,261711	9,816439	0,090601	1,320843	0,673344	1,320843	0,673344
	$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_c)$	99	2,505614	0,591813	2,457825	0,168845	6,91201	0,085621	0,665101	0,88981	0,705081	0,839355
	$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_t)$	99	2,505614	1,051542	2,410513	0,239225	11,71384	0,089769	1,520194	0,691716	1,827828	0,575296
	$\ln V = a + b \ln(DAP^2 H_t)$	99	2,505614	1,115063	2,409456	0,240435	12,40832	0,089864	2,076313	0,53704	2,076313	0,53704
Maués	$\ln V = a + b \ln(DAP)$	140	2,119432	1,036396	2,090783	0,31598	2,987756	0,346881	1,77324	0,584465	1,77324	0,584465
	$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_c)$	140	2,119432	0,903808	2,116033	0,189922	2,010182	0,449615	1,18667	0,761634	1,359743	0,66469
	$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_t)$	140	2,119432	0,826841	2,085131	0,276241	1,614255	0,512212	1,038467	0,796213	1,1638	0,710467
	$\ln V = a + b \ln(DAP^2 H_t)$	140	2,119432	0,823982	2,080987	0,276268	1,609043	0,512094	1,157041	0,712146	1,157041	0,712146
Itacoatiara	$\ln V = a + b \ln(DAP)$	203	5,476863	1,409737	5,30897	0,261745	284,9669	0,004947	3,807913	0,370212	3,807913	0,370212
	$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_c)$	203	5,476863	0,7661	5,423956	0,118307	173,7321	0,00441	1,482587	0,516732	1,027381	0,745683
Barcelos	$\ln V = a + b \ln(DAP)$	189	1,24872	0,344604	1,238166	0,246997	1,188636	0,289915	0,365685	0,942352	0,365685	0,942352
	$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_c)$	189	1,24872	0,340529	1,231661	0,169864	1,166965	0,291807	0,353949	0,962084	0,360857	0,943669
	$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_t)$	189	1,24872	0,28114	1,219206	0,20799	0,951517	0,295465	0,288645	0,973998	0,292473	0,961251
	$\ln V = a + b \ln(DAP^2 H_t)$	189	1,24872	0,29524	1,213239	0,209057	0,993296	0,297233	0,308392	0,957353	0,308392	0,957353

Após todas as análises a Tabela 45 resume os modelos escolhidos para determinação do volume comercial em cada sítio estudado. São apresentados todos os coeficientes da equação escolhida, os coeficientes de determinação (R^2), os erros (%) e as incertezas. Os resultados são satisfatórios, pois mostra que é possível aproveitar a madeira caída para desenvolver modelos sem perder a precisão, a qualidade do trabalho e principalmente redução de custos.

Além disso, os modelos poderão ser adotados pelo IPAAM, órgão estadual responsável pelo licenciamento de plano de manejo florestal sustentável. Contribuirão para os trabalhos nos municípios e de empresários florestais. E, por último, facilitará a comunicação entre o empreendedor e os entes públicos, diminuindo as incertezas em relação as estimativas de volume comercial de madeira.

Tabela 45 – Modelos não lineares propostos para cada sítio estudo no Estado do Amazonas.

Equação	Sítio	DAP (cm)	n	a	b	R^2	$S_{yx}(\%)$	Incerteza
$V = a (DAP)^b$	Região Central de Manaus (ZF-2)	10	386	0,001176	1,99868	0,89	2,02	4,04
$V = a (DAP)^b$	Itacoatiara (Mil Madeireira Ltda)	45	203	0,000512	2,16488	0,79	1,79	3,58
$V = a (DAP)^b$	Fonte Boa (Resex Auati-Paraná)	10	206	0,001481	1,89155	0,82	4,86	9,72
$V = a (DAP)^b$	Manicoré (Resex Lago do Capanã Grande)	10	99	0,000103	2,50456	0,94	3,54	7,08
$V = a (DAP)^b$	Maués (Flona do Pau Rosa)	10	140	0,000567	2,14619	0,92	4,01	8,01
$V = a (DAP)^b$	Barcelos (Resex do Rio Unini)	10	189	0,000596	2,105230	0,96	1,85	3,70

Um estudo realizado por Rolim *et al.*, (2006) na Flona do Tapirapé-Aquiri foram analisados 12 modelos volumétricos sendo o mais indicado o modelo de dupla entrada de Schumacher-Hall, mas com possibilidade de uso o de simples entrada de Husch. Esses resultados são diferentes dos apresentados nesse estudo, pois todos os modelos sugeridos para uso no Estado do Amazonas são de simples entrada e não linear. Por outro lado o mesmo estudo confirma que há necessidade de se desenvolver equações específicas para cada localidade, o que foi confirmado com a aplicação da análise de covariância (teste de paralelismo). Outro elemento importante é que não há necessidade de se utilizar mais fator de forma 0,7.

5.6.3 Altura Dominante

Diante desse contexto, a madeira caída passa a ser um componente importantíssimo. Primeiro pela possibilidade de cubar um grande número de árvores e facilitar o desenvolvimento de modelos alométricos para o volume comercial de madeira. Segundo pela facilidade de se determinar a altura dominante do sítio. Por fim, facilita as estimativas de necromassa que é um componente para a determinação dos estoques de carbono.

No chão a obtenção da altura total é precisa e fácil de ser obtida. Durante o inventário de árvores em pé para se determinar a altura das mesmas dentro de uma parcela de inventário ou de um povoamento existem várias maneiras. Uma das maneiras são as relações hipsométricas, onde se correlaciona Ht em função do DAP (Husch, 1972). Outros determinam a altura dominante do povoamento e obtêm a altura total individual das árvores num inventário. O método adotado pelo LMF/INPA considera a média da altura total de 20% das árvores mensuradas com maior DAP no inventário (Loetsh, *et al.*, 1973).

Além dos métodos usuais de classificação de sítios como variáveis climáticas, edáficas e da própria vegetação a altura dominante é largamente utilizada para determinar a capacidade produtiva de sítios florestais. Porém, na Amazônia torna-se muito complicado fazer mensurações de altura, pois aumenta custo e tempo e para modelos alométricos melhora muito pouco a precisão quando comparado com modelos de simples entrada. Nos inventários florestais realizados pelo LMF/INPA o DAP é a variável preciosa.

A altura total, comercial e dominante vem sendo coletadas a partir do inventário de madeira caída. Essa coleta vem sendo utilizada para desenvolver um fator de correção em relação a altura dominante da região central de Manaus. A partir disso, os modelos de Silva (2007) são corrigidos.

Comparando os resultados de várias alturas dominantes com a região central de Manaus, verifica-se que a mesma é superior a do Alto Solimões, Sul do Estado, norte do Estado e inferior à medida que se direciona para o Estado do Pará (Tabela 46). Os estudos vêm demonstrando essa tendência, porém não são definitivos. Com isso, os estudos devem continuar para determinar o gradiente que existe entre as formações florestais na Amazônia.

A Tabela 46 mostra claramente a variação de altura que existe de um local para outro. Para o sítio de Itacoatiara, o valor médio obtido para a altura dominante foi o mesmo para a região central de Manaus. Porém, para Itacoatiara, o valor obtido foi para os indivíduos com $DAP \geq 45$ cm, ou seja, espécies que estão sendo comercializadas enquanto que para os outros sítios foram considerados todos os indivíduos com $DAP \geq 10$ cm.

Tabela 46 – Comparação das alturas dominantes de sítios do Estado do Amazonas com relação ao da região central de Manaus.

Sítios	Região	Localidade	N. de árv.	Hdom	Fcorreção	%
Manaus	Parte Central	EEST/INPA (ZF-2)	-	28,6	-	-
Itacoatiara	Leste	Mil Madeireira Ltda – PWA	117	28,6	1,000304	-0,03
Fonte Boa	Alto Solimões (Oeste)	Resex Auati-Paraná	567	26,8	0,936073	6,29
Manicoré	Rio Madeira (Sul)	Resex do Lago do Capanã Grande	217	27,9	0,975524	2,45
Maués	Sul-Leste	Flona do Rau-Rosa	302	30,2	1,054604	-5,59
Barcelos	Norte	Resex do Rio Unini	326	25,3	0,884476	11,54
Novo Aripuanã	Rio Madeira (Sul)	RDS do Juma	354	27,8	0,970629	2,94

Os fatores de correção encontrados com base na altura dominante da região central de Manaus foram utilizados para corrigir as estimativas de biomassa obtidas pelo modelo de Silva (2007). Todos os resultados de biomassa fresca acima do nível do solo e total e de carbono foram corrigidos. Isso justifica pela falta de modelos específicos para cada sítio estudado. A média da altura para o Estado do Amazonas é de $27,9 \pm 1,1$ (IC 95%).

Para a região de Manaus a altura dominante foi estimada com base no arquivo de dados de biomassa do LMF de 494 árvores. A altura total média estimada das 98 árvores mais grossas foi de 28,6 m. Para a Resex Auati Paraná foram medidas, no chão, as alturas totais de 567 árvores recém caídas. A altura média das 114 árvores mais grossas foi de 26,8 m, sendo mais baixa que a floresta de Manaus em 6,3%. Logo, o fator de correção aplicado às equações de carbono para os sítios de Fonte Boa foi de 0,936073.

Para Flona do Pau Rosa o fator encontrado foi de 1,054604, confirmando algumas suposições com relação a variação em altura da floresta de oeste para leste. Para o norte do Estado, utilizando informações da Resex do Rio Unini verifica-se que a altura dominante do local foi de 25,3 com um fator de correção de 0,884760. Comparando esses resultados com outro inventário realizado na margem esquerda do Rio Negro (Local Caiucubi - RR) altura dominante é de 35,1 m (1,2259), sendo superior a todos os sítios do Estado do Amazonas.

5.6.4 Equação geral para o Estado do Amazonas

Os estudos sobre regressão aparentemente são simples, mas ainda são muito incipientes e quase nenhuma localidade apresenta um modelo consistente que possa estimar volume comercial de madeira com precisão. Superado as dificuldades de se desenvolver um modelo para cada sítio, esse estudo aplicou o teste de paralelismo. Esse teste tem como pressuposto verificar a possibilidade de se desenvolver um único modelo para todo o Estado do Amazonas, ou seja, verificar se os sítios estudados podem ser descritos por equações separadas ou por uma única equação (Silva e Schneider, 1979).

Inúmeros trabalhos mostram equações matemáticas que foram desenvolvidas para estimar o volume de povoamentos florestais e apesar da eficiência de alguns modelos, estes nem sempre se ajustam a todas as espécies e condições ambientais. Por isso, recomenda-se testá-los e por meio de estatísticas adequadas escolher o que apresentar precisão dentro dos critérios de seleção. Para cada sítio foi escolhido um modelo e na tentativa de propor uma única equação para o Estado do Amazonas foram aplicados testes de análise de covariância (Ancova).

A Ancova pode ser entendida como ligação entre a análise de variância e a análise de regressão. Um dos seus principais objetivos é avaliar o efeito de um ou mais fatores explicativos de natureza nominal numa dada variável resposta uma vez removida a influência que um ou mais fatores quantitativos podem também exercer nessa variável (Valle e Rebelo, 2002). Além disso, é conhecida também como uma técnica que permite a comparação de várias equações de regressão (Dunn, 1974).

Diante disso os pressupostos são os seguintes:

- i) Cada população envolvida na experiência segue uma distribuição normal;
- ii) As populações têm a mesma variância, σ^2 ;
- iii) As amostras extraídas de cada população são aleatórias e independentes;
- iv) Existe uma relação linear entre a variável resposta e a covariável.

Na tentativa de desenvolver uma única equação para o Estado do Amazonas foram utilizados todos os indivíduos com $DAP \geq 10$ cm dos sítios Fonte Boa, Manicoré, Manaus e Maués. O objetivo foi comparar e testar a significância dos coeficientes (constante e angular) de cada modelo de simples entrada. Isso tudo para verificar se as florestas densas do Amazonas podem ser explicadas por um único modelo ou se há necessidade de desenvolver um modelo para cada sítio.

O procedimento estatístico adotado foi a análise de covariância (ANCOVA) procura responder as seguintes questões:

(i) a distância vertical entre duas ou mais retas de regressão é variável com os valores de X. Se a análise de covariância não rejeitar a hipótese subjacente à sua construção, não é possível concluir acerca da diferença entre as médias das populações envolvidas sem ter em atenção o valor da covariável;

(ii) Se a análise de covariância confirmar o paralelismo entre as retas de regressão, pode-se dizer que um único modelo poderá estimar o volume comercial de madeira para o Estado do Amazonas.

Os resultados estão nas Tabelas 47, 48 e 49, sendo respectivamente, pelo método de Snedecor e pela variável Dummy. São mostrados que para diferentes inclinações houve significância tanto a 1% quanto 5%, indicando que é mais sensato desenvolver modelos alométricos para cada sítio do que utilizar uma única equação para todo o Estado. Sugerem também, que não se pode utilizar uma única equação para estimar volume comercial com confiabilidade e um limite de erro aceitável.

Tabela 47 – Análise de Covariância (Snedecor) – Teste de Paralelismo.

Grupos	GL	SQC _y	SPC _{XY}	SQC _x	GL	SS	MS	F
1	205	1907,72	12579,50	110947,37	204	481,43		
2	98	1248,12	7880,93	63555,95	97	270,89		
3	385	2516,61	16645,65	131675,06	384	412,36		
4	139	1653,58	10703,31	85100,81	138	307,40		
Total					823	1472,08	1,79	2,28
Diferença de testes para inclinação					3	12,26	4,09	4,24
827		7326,04	47809,38	391279,20	826	1484,33	1,80	
Diferença para níveis de teste					3	22,87	7,62	
Unido	830	7353,77	48052,95	394947,55	829	1507,20		

Tabela 48 – Análise de Covariância utilizando variável Dummy.

Fonte de Variação	GL	SS	MS	F
Modelo Máximo (regressões separadas)	8	9567,20		
Hipótese modelo (inclinação comuns)	5	9554,99		
Hipótese para testes diferentes	3	12,21	4,07	2,28
Resíduos	823	1472,17	1,79	
Total	831	11039,37		

Tabela 49 - Análise de Covariância

Fonte de Variação	GL	SS	MS	F
Inclinação comum, níveis separados	5	9554,99		
Inclinação comum, níveis comuns	2	9532,16		
Níveis para testes diferentes	3	22,82	7,61	4,23
Resíduos	826	1484,38	1,80	
Total	831	11039,37		

5.7 Custos de Instalação e Remediação e Monitoramento de Parcelas Permanentes e Temporárias

O planejamento de um inventário florestal depende diretamente da importância relativa dos elementos envolvidos. Para os custos isso não é diferente. É importante saber quais variáveis serão coletadas e qual prioridade dos resultados das informações levantadas.

Os recursos disponíveis para a realização de um inventário florestal estão relacionados diretamente com a prioridade das informações. Nesse caso a precisão deverá ser liberada e o tempo fixado. O resultado deverá apresentar a incerteza embutida na média estimada da população.

Isso mostra que é muito complicado determinar um modelo de inventário. Inventários para empresas privadas exigem informações mais detalhadas sobre os volumes das espécies comerciais, por classe diamétrica, coordenadas e um bom mapa de exploração. Por outro lado, um inventário florestal nacional requer uma gama de informações como por exemplo: cálculo de superfície; descrição geográfica; sistema de propriedade; acessibilidade, topografia e outros.

Isso mostra que conhecer a importância relativa de cada variável contribuirá para a tomada de decisão e planejamento do inventário. A Tabela 50 ilustra algumas variáveis com seu grau de importância (I, II e III) dentro de 7 categorias para cada variável considerada.

Tabela 50 – Importância das variáveis de um inventário florestal conforme 7 categorias de classificação.

<i>Variáveis Importantes</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
Acesso	II	I	II	II	II	II	II	II
Altura (dominante, dominada)	III	III	III	III	III	III	III	III
Área basal	II	II	II	II	II	III	III	II
Área da propriedade	I	I	I	I	I	II	II	I
Biomassa abaixo do solo (raízes grossas)	II	II	II	III	III	II	III	I
Biomassa morta (necromassa)	II	II	II	III	III	II	III	I
Biomassa viva acima do solo	II	II	II	III	III	II	III	I
Carbono da vegetação (acima e abaixo)	II	II	II	III	III	II	III	I
Classificação de solo	II	II	III	III	III	II	III	III
Clima (precipitação)	II	II	III	III	III	III	III	II
Coordenadas geográficas das amostras	I	I	II	I	II	II	III	I
Coordenadas geográficas das árvores	II	III	III	II	III	III	II	II
DAP mín	I	I	I	I	I	II	II	I
Distr espacial das principais espécies	II	III	III	II	III	II	II	III
Estratificação florestal	I	II	II	I	III	III	II	II
Forma da copa	III	III	III	III	III	III	III	III
Incremento	II	III	III	II	III	III	III	II
Infra-estrutura (estradas, rios)	II	I	II	II	III	II	II	III
Intervalo de confiança (95%)	I	I	I	I	I	I	I	I
Incerteza	I	I	I	I	I	I	I	I
IVI (Índice de Valor de Importância)	II	II	II	II	II	III	II	III
Mapa planialtimétrico	I	III	III	I	III	II	III	III
Mortalidade	II	III	III	II	III	III	III	III
Nome científico	I	II	III	II	II	III	II	III
Nome comum	III	II	II	II	II	III	II	III
Número de árvores por unidade de área	II	II	II	I	II	III	I	I
Qualidade do fuste (forma, saúde)	I	III	II	II	II	III	II	III
Recrutamento	II	III	III	II	III	III	III	III
Regeneração natural	II	II	III	II	III	III	III	III
Situação fundiária	I	I	I	I	I	I	II	I
Tabela de sortimento	II	II	I	I	II	III	III	III
Topografia e relevo	II	II	III	II	III	II	III	III
Volume	II	II	I	I	II	III	III	III

1= Inventário Nacional ou Estadual; 2= Unidades de Conservação, Recreação e Turismo; 3= Reconhecimento (viabilidade econômica); 4= PMFS para fins madeireiros; 5= PMFS em pequena escala; 6= Uso do solo e 7= PMFS para fins de não madeireiros; 8= Projetos REDD.

Considerando essa variedade e a importância das variáveis de um inventário florestal os custos de instalação e 1ª medição dos levantamentos no Estado do Amazonas serão demonstrados a seguir. Os custos que serão apresentados dos inventários florestais são referentes a planos de manejo de empresas privadas e de unidades de conservação estadual e federal; a instalação de uma rede de inventário florestal contínuo e de monitoramento florestal.

A Tabela 51 mostra o custo total de cada excursão realizada; o valor da diária para trabalho de campo por sítio; custo de viagem, considerando ida e retorno bem como custo por parcela. Para cada sítio o tempo de trabalho ficou em torno de 20 a 45 dias. O deslocamento para a maioria dos estudos foi realizado via fluvial, exceto Rio Preto da Eva e Itacoatiara que foram realizados por via terrestre com veículos 4 x 4 e Lábrea via aérea e terrestre.

Esses custos são para a pesquisa que envolve um esforço de coleta muito maior e formação de recursos humanos. Dependendo do objetivo do trabalho os custos do inventário podem ser reduzidos. Por exemplo, empresas privadas que necessitam de estudos sobre estimativa de estoques de carbono.

Tabela 51 – Custo de inventário florestal em vários sítios do Estado do Amazonas.

Sítios	Origem R\$	R\$ total da excursão	Diária da excursão	R\$ viagem (ida e volta)	R\$ de cada parcela
Manacapuru	FAPEAM	16064,69	2294,91	4589,83	420,73
Fonte Boa e Jutai	FAPEAM	88147,3	1958,83	19588,29	468,42
Lábrea	FAPEAM	32242,62	2149,02	4299,02	406,02
EMBRAPA - Rio Preto da Eva	FAPEAM	45838,69	2291,94	4583,87	424,43
FLONA Estadual de Maués	FAPEAM	68163,69	2272,12	9088,49	429,18
Resex Baixo Juruá	IBAMA/CNPT*	74220,74	2474,02	24740,25	591,61
Itacoatiara	FAPEAM	78878,71	1752,86	3505,72	315,51
Resex Auati-Paraná	IBAMA/CNPT	153965,77	3241,46	32214,62	950,41
Resex Lago do Capanã Grande	ICMBio**	110438,00	3681,27	36812,67	920,32
RDS do rio Amapá	SDS	28874,99	1924,99	3849,99	401,04
FLONA do Pau-Rosa	CI/CNPq***	88439,31	2947,97	17687,86	566,91
Resex do Rio Unini	FAPEAM/CNPq	108193,56	3606,45	14425,81	761,36
Média		74455,67	2549,65	14615,54	554,66
Intervalo de Confiança (95%)		22428,28	373,10	6643,51	120,09

*CNPT - Centro Nacional de Populações Tradicionais

**ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

***CI - Conservação Internacional

Os custos de instalação e primeira medição de uma parcela permanente (20 x 125 m) no Estado do Amazonas são de R\$ 554,66 ± 120,09 (IC 95%). Ao extrapolar os custos obtidos para hectare tem-se R\$ 2.218,65 ± 480,35 (IC 95%). Na Costa Rica, os custos de instalação e monitoramento são, respectivamente, R\$ 414,40 (US\$ 148) e R\$ 170,80 (US\$ 61) Calvo (2000). Utilizando o dólar a US\$ 2,024¹⁸ os custos de instalação e monitoramento seriam de 274,04 dólares.

Por se tratar de um estudo pioneiro quanto aos custos de inventário florestal contínuo na Amazônia, recomenda-se que o tomador de decisão planeje seus inventários florestais utilizando a estimativa máxima provável. Isto proporcionará conforto e segurança na tomada de decisão.

Considerando a estimativa máxima para a instalação e primeira medição, o tamanho da parcela de 20 x 125 m e DAP ≥ 10 cm o custo por parcela é igual a R\$ 674,75. Ao passo que o monitoramento ficou em torno de R\$ 626,41. Esse custo de monitoramento é alto quando comparado com estimativa obtida para o projeto Bionte no valor de R\$ 195,03.

Comparando esses resultados com os obtidos em 2001 pela Embrapa/AC com a empresa privada ST Manejo de Florestas Ltda, a instalação e primeira medição correspondem a 61,12% dos custos do Inpa, ou seja, é inferior 38,84%. Essa variação pode ser atribuída pela não contabilidade do salário base dos funcionários que participaram em conjunto com os funcionários da ST Manejo de Florestas Ltda. Ausência de equipe de coleta botânica, altos custos com combustíveis e alugueis com barco/veículos para deslocamento do pessoal de campo também podem ter influenciado nos custos. Esses custos são referentes 20 parcelas de 1 ha instaladas e medidas, considerando todos os indivíduos com DAP ≥ 10 cm (Figura 18).

¹⁸ Cotação do dólar em 25.05.09 - <http://www.folha.uol.com.br/>

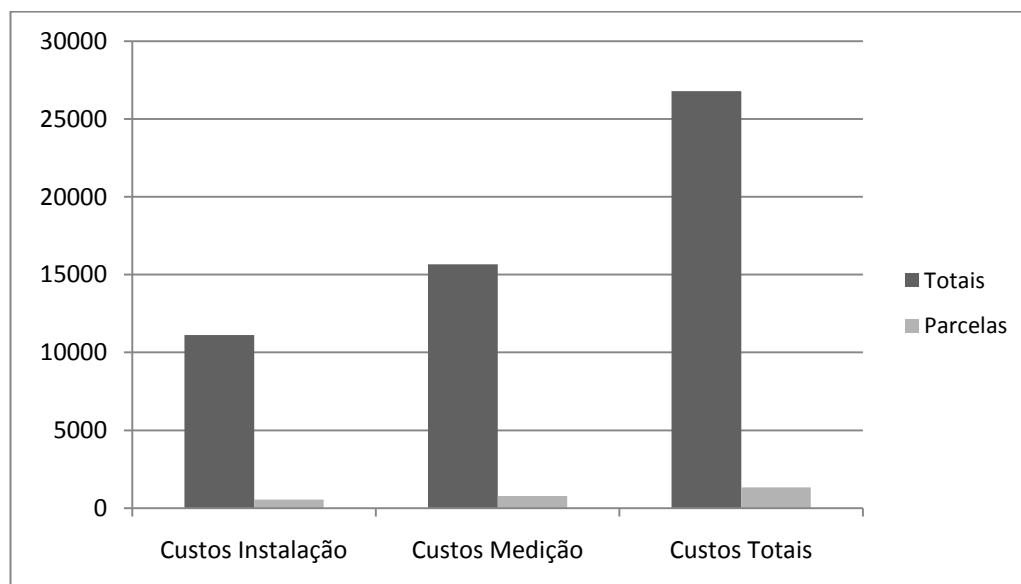


Figura 19 – Custos totais e por parcelas da instalação e medição de parcelas permanentes no Estado do Acre.

Na Figura 19 é mostrado os custos obtidos pela Embrapa/AC e serviu de comparação com os dados obtidos pelo INPA. O custo total para o desenvolvimento das atividades de instalação e medição foi de R\$ 26.782,01 e R\$ 1.339,10, respectivamente. Desmembrando-se esses valores, os custos relativos exclusivamente à instalação e medição de todas as parcelas e por hectare foram, respectivamente, R\$ 11.128,80, R\$ 15.653,20, R\$ 556,44 e R\$ 782,66.

O custo estimado de remedição, realizado em 2004, pela Embrapa/AC e a empresa privada ST Manejo de Florestas Ltda foi de R\$ 212,10 por parcela, sendo inferior em 72,81% em relação ao Inpa. Para a região de Paragominas, no Estado do Pará, o Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – IMAZON obteve as seguintes estimativas para monitoramento: custo total por dia útil de R\$ 448,28 e por hectare de R\$ 179,31. Para a equipe que se deslocava do município de Tauari (PA) obteve-se um custo total por dia útil de R\$ 466,48 e por hectare de R\$ 186,59.

Pelos resultados obtidos, verificou-se que há uma variação entre os custos por parcela em relação ao número de parcelas instaladas. Isso pode ser explicado pela logística que é necessária para cada localidade. Para o INPA, o custo torna-se mais viável e justificável com aluguel de embarcação que servirá de base para todas as equipes do inventário e facilitará a acessibilidade para as amostras.

Para o município de Itacoatiara já não há essa necessidade uma vez que o deslocamento das equipes foi realizada por estrada (AM-010) e por veículos do INPA. Neste caso, os custos são com combustível, óleos lubrificantes e eventuais reparos. Para o

município de Lábrea (sul do Estado do Amazonas) já houve a necessidade de custo com passagens aéreas para a equipe envolvida e como contrapartida da Empresa ST Manejo de Florestas Ltda o custo foi com alimentação para 15 dias de campo.

O custo obtido para a Resex de Auati-Paraná, em 2007, trabalho este realizado com o Centro Nacional de Populações Tradicionais do IBAMA o valor estimado foi de R\$ 950,41/parcela. O valor é discrepante, porém neste custo são considerados os aspectos sócio-econômicos, a dimensão humana e principalmente o treinamento de recursos humanos. No primeiro momento pode parecer inviável economicamente para um planejamento florestal, mas acredita-se que isso é real e que é extremamente possível adquirir essa cultura para a melhoria dos levantamentos de campo.

Os custos para os municípios de Lábrea e Itacoatiara foram os menores. Isso pode ser justificado pela contrapartida da ST Manejo de Florestas Ltda e PWA (Mil Madeireira Ltda) e pela acessibilidade (via terrestre).

O valor médio obtido para diárias desembolsadas durante os inventários florestais ficou em torno de R\$ 2.549,65 \pm 373,10 (IC 95%). Esse resultado apresentou a menor incerteza. É justificável, pois o valor da diária desembolsada ao longo dos estudos foi uniforme, não havendo variação entre os sítios.

O custo total da implementação do sistema de inventário florestal contínuo no estado do Amazonas até o presente momento foi de R\$ 893.468,07 para 1254 parcelas permanentes e temporárias no Estado do Amazonas. Com base nesse custo e estimando custos para o futuro da rede de monitoramento no estado foram utilizados os valores mínimo e máximo para os custos por parcela permanente considerando a instalação/medição e monitoramento (remedição) (Tabela 52). Além disso, na Tabela 53 são mostradas as situações caso a capacidade de duplicação e monitoramento da rede existente seja efetivado.

Tabela 52 – Custo por parcela: valores mínimos e máximos

Situações	Mínimo	Máximo
Instalação e primeira medição	1.339,00	2.573,88
Monitoramento – remedição	164,55	921,22

Tabela 53 – Situações com suas respectivas estimativas de custos

Situações	Mínimo	Máximo
1) Dobrar o número de PPs na Amazônia (1314 x 2 = 2628)	1.142.049,96	1.773.243,00
2) Re-medir todas as PPs existentes (n = 1314) no próximo ano	216.218,70	1.210.483,08
3) Para 18 ha (3 Bionte e 15 Embrapa)	24.102,00	46.329,84
4) Orçamento para a rede considerando a possibilidade de dobrar as PPs	1.382.370,66	3.030.055,92
5) Orçamento para a rede apenas para as re-medições	432.437,40	2.420.966,16

Considerando 1314 parcelas instaladas que corresponde a 328,5 ha e o custo máximo de monitoramento por parcela de R\$ 921,22 o Estado do Amazonas gastaria, aproximadamente, R\$ 1.210.483,08. Esse é o valor para monitorar as parcelas instaladas até o momento. Por outro lado se fosse inventariar todo o Estado, considerando a área de aproximadamente de 150 milhões de ha de floresta no Estado do Amazonas (Skole e Tucler, 1993) e o valor máximo de R\$ 2.573,88/ha o valor seria de aproximadamente R\$ 386 bilhões de reais.

Diante disso, uma rede de monitoramento começando com um conjunto de 1314 parcelas temporárias e permanentes pode abreviar o tempo necessário para transformar informação primária em tecnologia. A rede precisa, ao mesmo tempo em que coordena e centraliza a análise das parcelas existentes, cobrir as lacunas espaciais promovendo a instalação de novas parcelas permanentes (Projeto CADAF). Da mesma forma, os resultados devem ser divulgados e disponibilizados para que os tomadores de decisão possam ter uma referência para futuros planejamentos, caso contrário, serão mais documentos formais sem valor.

Com essa rede de inventário florestal contínuo instalada no Estado do Amazonas fica evidente a preocupação com a utilização dos recursos florestais e valoração dos serviços ambientais na Amazônia. É sempre importante não perder de vista que há árvores com 1.400 anos de idade (Chambers *et al.*, 1998) sendo exploradas no Amazônia. Da mesma forma que as parcelas instaladas são recentes e as mais antigas não têm mais de 30 anos de monitoramento.

6. CONCLUSÃO

A maior contribuição desta pesquisa foi implantação de uma rede de inventário florestal contínuo com o uso combinado de parcelas temporárias e permanentes em vários sítios do Estado do Amazonas. As parcelas foram distribuídas em áreas manejadas, não manejadas e em unidades de conservação estadual e federal. Dessa forma todo esse esforço vem corroborar para consolidação da Lei Estadual de Mudanças Climáticas nº 3.135/07 e para a ciência florestal.

Entre os tipos de inventário florestal contínuo, o ideal é combinar parcelas permanentes e temporárias (amostragem com repetição parcial), pois aumenta a amostragem e diminui tempo e custo. Esse estudo demonstra que o Estado do Amazonas apresenta um sistema de inventário florestal contínuo confiável, auditável e replicável. Além de confirmar e sugerir com segurança o uso de parcelas retangulares com tamanho de 20 x 125 m.

A metodologia foi padrão para todos os levantamentos, são confiáveis e apresentam alto grau de precisão. O próximo passo é criar um programa de monitoramento capaz de avaliar a dinâmica florestal e determinar as mudanças de estoques com o passar do tempo e se possível desenvolver modelos para biomassa.

Do ponto de vista científico vem atender a categoria 2 do IPCC. Por fim, ajudará para a elaboração de possíveis projetos REDD plus (Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Ambiental em Países em Desenvolvimento), uma vez que várias estimativas são apresentadas para o Estado do Amazonas. Além disso, todas as estimativas de área basal, madeira comercial, biomassa fresca acima e abaixo do solo e carbono total contribuirão para os relatórios da FAO-FRAs (Avaliação dos Recursos Florestais).

O manejo florestal sustentável em escala empresarial, possivelmente, em razão do curto espaço de tempo não dá para ser modelado por meio de análise de regressão, e sim como modelos probabilísticos.

Diante desse estudo, não se pode perder de vista que o momento é muito oportuno para valorizar os serviços ambientais e minimizar o desmatamento na Amazônia. O carbono surge como oportunidade e principalmente para viabilizar o manejo florestal sustentável. O Estado do Amazonas é pioneiro e toma providências estabelecendo uma política voluntária de mudanças climáticas, conservação da floresta, eco-economia e de neutralização das emissões de gases de efeito estufa e um grande exemplo é a copa carbono zero.

Por fim, esta tese foi concluída no auge das discussões sobre mudanças climáticas, mas sem a pretensão de afirmar que todas as dificuldades e dúvidas sobre os recursos florestais foram sanadas. Ainda fica o sentimento de preocupação com a escassez dos recursos, perda da biodiversidade e dos serviços ambientais e a impotência de se antecipar e conhecer as vulnerabilidades e adaptações de nossas florestas. Diante disso, o importante é que este esforço florestal e ambiental é sem dúvida uma resposta autêntica e responsável ao poder público, aos tomadores de decisão e à sociedade sobre a importância e valorização dos recursos florestais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alder, D. 1980. Forest Volume Estimation and Yield Prediction. V.2 – Yield Prediction. FAO Forestry Paper 22/2. 194p.
- Akindede, S.O.; LeMay, V.M. 2006. Development of tree volume equations for common timber species in the tropical rain forest área of Nigéria. *Forest Ecology and Management*, 226: 41-48.
- Amaral, P., A. Veríssimo, P. Barreto e E. Vidal. 1998. Floresta para Sempre – um Manual para a Produção de Madeira na Amazônia. Belém: IMAZON. 137P.
- Armitage, I. 1998. Guidelines for the Management of Tropical Forests – 1. The Production of Wood. FAO Forestry Paper 135. 293p.
- Araújo, T.M.; Higuchi, N.; Carvalho, A.Júnior. 1999. Comparison of formules for biomass content determination in a tropical rain forest site in the state of Pará, Brazil. *Forest Ecology and Management*, 117:43-52.
- Asabere, P.K. 1987. Attempts at Sustained Yield Management in the Tropical High Forests of Ghana. Em: Natural Management of Tropical Moist Forests - Silvicultural and Management Prospects of Sustained Utilization (editado por F. Mergen e J.R. Vincent). Yale University, pp. 47-69.
- Assmann, E. The principles of Forest yield study. Oxford, Pergamon Press. 1970. 506p.
- Asner, G.P.; Knapp, D.E.; Broadbent, E.N.; Oliveira, P.J.C; Keller, M. e Silva, J.N. 2005. Selective logging in the Brazilian Amazon. *Science*, 310: 480-482.
- Azevedo, C. P. de.; Sanquetta, C. R.; Silva, J. N. M.; Carvalho, J. O. P. de.; Lopes, J. C. A.; Souza, C. R. de. 2006. Efeito de diferentes níveis de exploração e tratamentos silviculturais sobre a dinâmica do povoamento florestal remanescente. Anais: Seminário Dinâmica de Florestas Tropicais. Belém, PA.
- Baima, A. M.V.; Silva, S. M. S.; Silva, J. N. M. 2001. Equações de volume para floresta tropical de terra firme em moju, PA. In: Silva, J.N.M.; Carvalho, J.O.P.; Yared, J.A.G. (eds). *A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto silvicultural tropical (Embrapa/DFID)*. Vol. 2. Embrapa Amazônia Oriental, Belém. p. 367-392.
- Baker, T. R.; Phillips, O. L.; Malhi, Y.; Almeida, S.; Arroyo, L.; Di Fiore, A.; Erwin, T.; Higuchi, N. Killeen, T. J.; Laurance, S. G.; Laurance, W. F.; Lewis, S. L.; Monteagudo, A.; Neill, D. A.; Vargas, P. N.; Pitman, N. C. A.; Silva, J. N. M.; Martinez, R. V. 2004. Increasing biomass in Amazonian forest plots. *The Royal Society*, 359:353-365.

- BIONTE. 1997. Biomassa e Nutrientes Florestais. Relatório Final. Convênio INPA/DFID. 345p.
- Bickford, C. A. 1963. On successive forest inventories. In: *Proceedings Society of American Foresters*, Boston. p.25 -30.
- Bitterlich, W. 1984. *The relascope idea*. Commonwealth Agricultural Bureaux. London, 237p.
- Campos, J.C.C.; Leite, H.G. 2002. Mensuração florestal: perguntas e respostas. Editora UFV. 407p.
- Carvalho, J. O. P. de. 1992. Structure and dynamics of a logger over Brazilian Amazonian rainforest. PH.D. thesis. University of Oxford. Oxford.
- Carvalho, J. O. P. de.; Silva, J. N. M.; Lopes, J. do C. A. 2004. Crescimento de uma floresta de terra firme na Amazônia brasileira em um período de oito anos após a exploração florestal. *Acta Amazonica*, 34(2):209-217.
- Chacko, V. J. 1965. A manual on sampling techniques for forest surveys. Dehra Dun (Índia), Statistician Forest Research Institute. 172p.
- Chambers, J. Q.; Higuchi, N. e Schimel, J. P. 1998. Ancient trees in Amazonia. *Nature*, 391:135-136.
- Chapman, H.H.; Meyer, W. H. 1949. *Forest mensuration*. McGrawHill, New York. 522p.
- Clement, C.R. e Higuchi, N. 2006. A floresta amazônica e o futuro do Brasil. *Ciência e Cultura*, 58(3):44-49.
- Clutter, J. L.; Fortson, J. C.; Pienaar, L. V.; Brister, G. H.; Bailey, R. L. 1983. *Timber Management: A Quantitative Approach*. John Wiley and Sons, Inc. New York. 333p.
- Conhran, W. G. 1977. *Sampling Techniques*. John Wiley e Sons, 3rd. Edition. 428p.
- Cunha, U. S. da; Machado, S. do A.; Filho, A. F. 2002. Avaliação de erros não-amostrais das variáveis locação (xi, yi) e diâmetro (cm) em inventários comerciais a 100% na Floresta Nacional do Tapajós, Pará. *Floresta e Ambiente*, 9(1):26-37.
- Cunia, T. 1965. Continuous forest inventory partial replacement of samples and multiple regression. *Forest Sci*, (4):480 – 520.
- Cunia, T.; Chevrou, R. B. 1969. Sampling with partial replacement on three or more occasions. *Forest Sci*, p.204 -224.

- D'Oliveira, M. V. N.; Oliveira, L. C. de.; Ribas, L. A. 2006. Dinâmica de florestas manejadas e não manejadas para a produção sustentada de madeira na floresta estadual do Antimary no Estado do Acre. Anais: Seminário Dinâmica de Florestas Tropicais. Belém, PA.
- D'Oliveira, M. V. N.; Braz, E. M. 2006. Estuda da dinâmica da floresta manejada no projeto de manejo florestal comunitário do PC Pedro Peixoto na Amazônia Ocidental. *Acta Amazonica*, 36(2):177-182.
- Daryadi, L. 1994. Indonesia's Experience in Sustainable Forest Management. Em: Readings in Sustainable Forest Management. *FAO Forestry Paper*. 122:201-213.
- Draper, N. e Smith, H. 1966. *Applied Regression Analysis*. John Wiley & Sons, Inc., EUA. 407 p.
- Ferguson, L. S. e Leech, J. W. 1978. Generalized Least Squares Estimation of Yield Functions. *Forest Science*. 24:27-42.
- Frayser, W. E.; Furnival, G. M. 1967. Area change estimates from sampling with partial replacement. *Forest Sci.* 13:72-77.
- Freitas, J. V. de.; Cunha, U. S. da.; Pio, N. da S.; Gonçalves, S. L. F. 2006. Inventário florestal contínuo em projetos de manejo em escala empresarial na amazônia brasileira: Estudo de caso do projeto Democracia, Manicoré, AM. Anais: Seminário Dinâmica de Florestas Tropicais. Belém, PA.
- Freese, F. 1964. Linear regression methods for forest research. USDA-Forest Service. 136p.
- Furnival, G.M. 1961. An index for comparing equations used in constructing volume tables. *Forest Science*, 7(4):337-341.
- Grace, J. (and 11 others). 1995. Carbon dioxide uptake by an undisturbed tropical rain forest in Southwest Amazonia. *Science*, 270:778-780.
- Gomide, G. L. A. 1997. Estrutura e dinâmica de crescimento de florestas tropicais primária e secundária no Estado do Amapá. Tese de Doutorado. 179p.
- Gurevitch, J.; Chester Jr, S.T.1986. Analysis of Repeated Measures Experiments. *Ecology*, 67(1):251-255.
- Gumpenberger, M.; Vohland, K.; Heyder, U.; Poulter, B.; Macey, K.; Rammig, A.; Popp, A.; Cramer, W. 2010. Predicting pan-tropical climate change induced forest stock gains and losses-implications for REDD. *Environ. Res. Lett.* 15p.

- Higuchi, N.; Santos, J. dos; Jardim, F. C. S. 1982. Tamanho da parcela amostral para inventários florestais. *Acta Amazonica*, 12 (1):91-103.
- Higuchi, N.; Ramm, C.W. 1985. Developing bole wood volume equations for a group of tree species of Central Amazon (Brazil). *Commonwealth Forestry Review*, 64(1): 33-41.
- Higuchi, N.; Jardim, F. C. S.; Santos, J.; Alencar, J. C. 1985a. Bacia 3 – Inventário Diagnóstico da Regeneração Natural. *Acta Amazonica*, 15(1-2):199-223.
- Higuchi, N.; Jardim, F. C. S.; Santos, J.; Barbosa, A. P.; Wood, T. W. W. 1985b. Bacia 3 – Inventário Florestal Comercial. *Acta Amazonica*, 15(3-4):327-369.
- Higuchi, N. 1987. Short-term Growth of an Undisturbed Tropical Moist Forest in the Brazilian Amazon. Tese de Doutor. MSU. 129p.
- Higuchi, N.; Santos, J. dos; Ribeiro, J. R.; Freitas, J. V. de; Vieira, G.; Cöic, A.; Minette, L. 1997. Crescimento e Incremento de uma Floresta Amazônica de Terra-firme Manejada Experimentalmente. *In: Biomassa e Nutrientes Florestais - Relatório Final do Projeto Bionte*. MCT-INPA. Manaus. p.89-131.
- Higuchi, N.; Santos, J.; Ribeiro, R. J.; Minette, L.; Biot, Y. 1998. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira. *Acta Amazonica*, 28(2):153-166.
- Higuchi, N.; Chambers, J.; Santos, J.; Ribeiro, R.J.; Pinto, A.C.M.; Silva, R. P.da; Rocha, R. de M.; Tribuzy, E. S. 2004. Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária da Amazônia central. *Floresta*, 34(3):295-304.
- Higuchi, N., Santos, J., Teixeira, L.M. e Lima, A.J.N. 2006. O mercado internacional de madeira tropical está à beira do colapso. *SBPN Scientific Journal*, 1-2:33-41.
- Higuchi, N.; Lima, A.J.N.; Teixeira, L.M. 2006. Apostila do curso de Biometria Florestal. 140p.
- Higuchi, N., Pereira, H.S., Santos, J., Lima, A.J.N., Higuchi, F.G., Higuchi, M.I.G. e Ayres, I.G.S.S. 2009. Governos locais amazônicos e as questões climáticas globais. Editado por Higuchi, N. 103p.
- Husch, B.; Miller, C. I.; Beers, T. W. 1971. *Forest mensuration*. New York. Ronald Press.
- Husch, B.; Miller, C. I.; Beers, T. W. 1972. *Forest mensuration*. The Ronald Press. Company. 410p.
- Husch, B.; Miller, C. I.; Beers, T. W. 1982. *Forest Mensuration*. The Ronald Press Co. 3rd. Edition. 402p.

- INPA/CPST. 1982. Inventário Florestal no rio Trombetas. Convênio INPA/SHELL-ASLCOA. Techbical Report, 49pp.
- INPA/CPST. 1983. Inventário Florestal da UHE Santa Izabel. Convênio INPA/ELETRONORTE. Techbical Report, 41pp.
- INPA/CPST. 1983a. Inventário Florestal-projeto rio Arinos. Techbical Report, 64pp.
- INPA/CPST. 1983b. Inventário Florestal da UHE Balbina. Convênio INPA/ELETRONORTE. Techbical Report, 111pp.
- Kio, P.R.O.; S.A. Ekwebelan. 1987. Plantations versus Natural Forests for Meeting Nigeria's Wood Needs. Em: Natural Management of Tropical Moist Forests - Silvicultural and Management Prospects of Sustained Utilization (editado por F. Mergen e J.R. Vincent). Yale University, pp. 149-176.
- Lanly, J.P. 1995. Sustainable Forest Management: Lessons of History and Recent Developments. *Unasylva*, 182(46):38-45.
- Laurance, W.F., M. A.; Cochrane, S.; Bergen, P. M.; Fearnside, P.; Delamônica, C.; Barber, S. d'Angelo, Fernandes, T. 2001. The future of the Brazilian Amazon: development trends and deforestation. *Science*, 291:438-439.
- Leslie, A. J. 1984. Sustainable Management of Tropical Moist Forest for Wood. In: Readings in Sustainable Forest Management. FAO Forestry Paper 122:17-32.
- Lewis, S. L.; Phillips, O. L.; Baker, T. R.; Loyd, J.; Malhi, Y.; Almeida, S.; Higuchi, N.; Laurence, W. F.; Neill, D. A.; Silva, J. N. M.; Terborgh, J.; Torres Lezana, A.; Vásquez Martínez, R.; Brown, S.; Chave, J.; Kuebler, C.; Nuñez Vargas, P.; Vicent, B. 2004. Concerted changes in tropical forest structure and dynamics: evidence from 50 South American long-term plots. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*. 359:421-436.
- Lewis, S. L., Malhi, Y. & Phillips, O. L. 2004b Fingerprinting the impacts of global change on tropical forests. *Phil. Trans.R. Soc. Lond. B*359, 437–462. (DOI 10.1098/rstb.2003. 1432.)
- Lindsey, A. A.; Barton Jr, J. D.; Miles, S. R. 1958. Field efficiencies of forest sampling methods. *Ecology*. V. 39, n. 3, p.428-444.
- Lima, A.J.N. 2006. Análise de crescimento e incremento de uma floresta manejada de terra-firme experimentalmente. Relatório técnico do Programa de Capacitação Institucional – PCI. Convênio INPA/CNPq. 50p.
- Loetsch, F.; F. Zohrer e K.E. Haller. 1973. Forest Inventory. BLV Verlagsgesellschaft. Volume 2. 469p.

- Malhi, Y.; Nobre, A. D.; Grace, J.; Kruiit, B.; Pereira, M. G. O.; Culf, A.; Scott, S. 1998. Carbon dioxide transfer over a central Amazonian rain forest. *J. Geophys. Res. D*, 24(31):593-612.
- Malhi, Y. & Wright, J. 2004 Spatial patterns and recent trends in the climate of tropical rainforest regions. *Phil. Trans. R.Soc. Lond. B*359, 311–329. (DOI 10.1098/rstb.2003.1433.)
- Machado, S.A.; Figueiredo Filho, A. 2003. *Dendrometria*. Curitiba. 309p.
- MCT. 2004. Comunicação nacional inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima. MCT. 274p.
- Miliken, G.A.; Johnson, D.E. 1984. *Analysis of Messy Data. Volume I: Designed Experiments*. Von Nostrand Reinhold Company. New York.
- Neter, J.; Wasserman, W. 1974. *Applied Linear Statistical Models: Regression, Analysis of Variance and Experimental Designs*. Richard D. Irwin, Inc. 842p.
- Newton, C. M.; Cunia, T.; Bickford, C. A. 1974. Multivariate estimators for sampling with partial replacement on two occasions. *Forest Sci.* 20:106-16.
- Nepstad, D.C.; Stickler, C.M.; Soares-Filho, B. e Merry F. 2008. Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. *Philosophical Transactions*, 363: 1737-1746.
- Oliveira, L. C. de. 1995. Dinâmica de crescimento e regeneração natural de uma floresta secundária no estado do Pará. Belém. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará. 136p.
- Oliveira, A. N.; Amaral, I. Leão do. 2004. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 34(1):21-34.
- Oliveira, L. C. de; Couto, H. T. Z. do; Silva, J. N. M.; Carvalho, J. O. P. de. 2005. Efeito da exploração de madeira e tratamentos silviculturais na composição florística e diversidade de espécies em uma área de 136 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará. *Scientia Forestalis*, 69:62-76.
- Péllico Netto, S; Brena, D.A. 1997. *Inventário Florestal*, volume 1. Sylvio Péllico Netto e Doádi Antonio Brena (editores). 316p.
- Pires-O'Brien, M. J.; O'Brien, C. M. 1995. *Ecologia e Modelamento de Florestas Tropicais*. FCAP, Belém, Pará. 400p.

- Phillips, O. L.; Malhi, Y.; Higuchi, N.; Laurence, W. F.; Nuñez, P. V.; Vásquez, R. M.; Laurence, S. G.; Ferreira, L. V.; Stern, M.; Brown, S.; Grace, J. 1998. Changes in the carbon balance of tropical forests: evidence from long-term plots. *Science*. 282:349-442.
- Prodan, M. Holzmesslehre. Frankfurt-am Main. J. D. Sauer-Lander's Verlag. 1965. 644p.
- Queiroz, W. T. 1977. Efeitos da variação estrutural em unidade amostral na aplicação do processo de amostragem em conglomerados em florestas do Planalto do Tapajós. *Revista Árvore*, 8(1):19-23.
- Ribeiro, J. C. 1978. *Análise da amostragem com Repetição parcial em relação a outros procedimentos de inventários florestais sucessivos*. Curitiba, Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná. 99p. (Tese de Mestrado).
- Rocha, R. de M.; Higuchi, N.; Santos, J.; Nakamura, S.; Silva, R. P.; Pinto, A. C. M.;
- Rolim, S.G.; Jesus, R. M.; Nascimento, H. E. M.; Couto, H. T. Z.; Chambers, J. Q. 2005. Biomass change in an Atlantic tropical moist forest: the ENSO effect in permanent sample plots over a 22-year period. *Oecologia* (2005) 142: 238-246.
- Rolim, S. G.; Couto, H. T. Z. do; Jesus, R. M.; França, J. T. 2006. Modelos volumétricos para a Floresta Nacional do Tapirapé-Aquirí, Serra dos Carajás (PA). *Acta Amazônica*. 36(1):107-114.
- Santos, J. 1996. *Análise de Modelos de Regressão para Estimar a Fitomassa da Floresta Tropical Úmida de Terra-Firme da Amazônia Brasileira*. Tese de Doutorado. Viçosa, MG.
- Silva, J. N. M.; Schneider, P. R. 1979. Comparação de equações e volume para povoamento de *Acacia mearnsii* De Will (Acácia negra) no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Floresta*. P. 36-42.
- Silva, J. N. M. 1989. The behaviour of the tropical rain Forest of the Brazilian amazon after logging. D Phil thesis. Oxford University. Oxford. p. 179.
- Silva, J. N. M.; Carvalho, J.O.P.; Lopes, J. do C.A.; Almeida, B.F. de; Costa, D.H.M.; Oliveira, L. C. de; Vanclay, J.K.; Skovsgaard, J.P. 1994. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 years after logging. *Forest Ecology and Management* . 71(1995):267-274.

- Silva, J.N.M., Carvalho, J.O.P., Lopes, J.C.A., Almeida, B.F., Costa, D.H.M., Oliveira, L.C., Vanclay, J.K. e Skovsgaard, J.P. 1995. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 years after logging. *Forest Ecology and Management*, 71:267-274.
- Silva, R. P., Santos, J., Tribuzy, E. S., Chambers, J. Q., Nakamura, S.; Higuchi, N. 2002. *Diameter increment and growth patterns for individual tree growing in Central Amazon, Brazil..* *Forest Ecology and Management*, 166:295-301.
- Silva, R. P. da. 2007. Alometria, estoque e dinâmica da biomassa de florestas primárias e secundárias na região de Manaus (AM). Programa Integrado de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais (INPA) - Tese de Doutorado. 152 p.
- Soares-Filho, B.S., Nepstad, D.C, Curran, L.M., Cerqueira, G.C, Garcia, R.A., Ramos, C.A., Voll, E., McDonald, A., Lefebvre, P. e Schlesinger, P. 2006. Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature*, 440:520-523.
- Sullivan, A. D. e Clutter, J. L. 1972. A Simultaneous Growth and Yield Model for loblolly Pine. *Forest Science*. 18:76-86.
- Shah, S.A. 1994. *Reinventing Tropical Forest Management in India*. *The Indian Forester*, June:471-476.
- Skole, D. e Tucker, C. 1993. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: satellite data from 1978 to 1988. *Science*, 260:1905-1910.
- Smith, V. G. 1983. Compatible Basal Area Growth and Yield Models Consistent with Forest Growth Theory. *Forest Science*. 29:279-288.
- Spurr, S. H. *Forest Inventory*. New York. Ronald Press, 1952. 476p.
- Sprugel, D.G. 1983. Correcting for bias in log-transformed allometric equations. *Ecology*, 64(1): 209-210.
- Tribuzy, E. S. 2003. Taxas de recrutamento e mortalidade e mudanças de estoques de fitomassa da floresta primária na região de Manaus-AM. Projeto Jacaranda – fase 2. p.43-54.
- Valle, D.; Silva, E. J. V. da; Eldik, T. V.; Silva, V. S. de M.; Reis, Q. 2006. Áreas prioritárias para instalação de novas parcelas permanentes na amazônia brasileira. *Anais: Seminário Dinâmica de Florestas Tropicais*. Belém, PA.

- Valle, P. O. do; Rebelo, E. 2002. Dualidades entre análise de covariância e análise de regressão com variáveis dummy. *Revista de Estatística*. 22p.
- Von Ende, C.N.. 1993. Repeated-Measures Analysis: Growth and Other Time-Dependent Measures. Em: *Design and Analysis of Ecological Experiments* (editado por S.M. Scheiner e J. Gurevitch). pp.113-137.
- Ware, K. D.; Cunia, T. 1962. Continuous forest inventory with partial replacement of samples. Washington, Society of American Forestes. 40p. (Forest Science-Monograph,3).
- Wadsworth. F.H. 1987. Applicability of Asian and African Silviculture Systems to Naturally Regenerated Forests of the Neotropics. In: *Natural Management of Tropical Moist Forests: Silvicultural and Management Prospects of Sustained Utilization*. edited by Megen. F. e J.F. Vincent. Yale University Press. p.94-111.
- Weiss, N.; Hassett, M. 1982. *Introductory Statistics*. Addison-Wesley Publishing Co. 651p.
-

APÊNDICE A - Equações testadas para a Resex do Rio Auati-Paraná – Sítio Fonte Boa (AM)

Equação	n	a	b	c	R²	EPE	SQRes	QMRes	Desv(EPE)	Sxy	S_{yx}(%)	Incerteza
$V = a + b(\text{DAP})$	206	-2,593954	0,113383		0,74	1,53621			1,53621	0,107033	5,73	11,46
$V = a + b(\text{DAP}) + c(\text{H}_c)$	206	-3,742504	0,101435	0,127874	0,77	1,47153			1,47153	0,102526	5,49	10,98
$V = a + b(\text{DAP}) + c(\text{H}_t)$	206	-3,188324	0,107248	0,037999	0,75	1,529946			1,529946	0,106596	5,71	11,42
$V = a + b(\text{DAP}^2\text{H}_c)$	206	0,284971	0,493014		0,92	0,865166			0,865166	0,060279	3,23	6,46
$V = a + b(\text{DAP}^2\text{H}_t)$	206	0,160271	0,31536		0,87	1,085165			1,085165	0,075607	4,05	8,10
$V = a + b(1/\text{DAP})$	206	4,892063	-89,008005		0,28	2,582001			2,582001	0,179897	9,63	19,27
$V = a * (\text{DAP})^b$	206	0,001481	1,891552		0,82		345,7732	1,6949667	1,301908876	0,090708	4,86	9,72
$V = a * (\text{DAP})^{b*}(\text{H}_c)^c$	206	0,00008	1,612336	1,475666	0,95		99,85737	0,4919082	0,701361695	0,048866	2,62	5,23
$V = a * (\text{DAP})^{b*}(\text{H}_t)^c$	206	0,000005	1,823141	1,801053	0,93		131,5674	0,6481153	0,805056094	0,056091	3,00	6,01
$V = a * (\text{DAP}^2\text{H}_c)^b$	206	0,769186	0,871937		0,94		121,9203	0,5976486	0,773077362	0,053863	2,88	5,77
$V = a * (\text{DAP}^2\text{H}_t)^b$	206	0,416796	0,926968		0,88		233,0399	1,1423524	1,068808857	0,074467	3,99	7,98
$V = a * (1/\text{DAP})^b$	206	0,001481	-1,891552		0,82		345,7732	1,6949667	1,301908876	0,090708	4,86	9,72
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP})$	206	-8,108404	2,260256		0,95		484,1111	2,3730936	1,540484868	0,107331	5,75	11,50
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP}) + c * \ln(\text{H}_c)$	206	-9,152903	1,948463	0,861403	0,98		171,4813	0,8447355	0,919094921	0,064036	3,43	6,86
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP}) + c * \ln(\text{H}_t)$	206	-9,316195	2,017438	0,676221	0,96		275,0793	1,3550705	1,164074941	0,081105	4,34	8,69
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP}^2\text{H}_c)$	206	-0,45367	0,952863		0,98		149,187	0,731309	0,855166057	0,059582	3,19	6,38
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP}^2\text{H}_t)$	206	-0,989521	0,951756		0,96		236,3878	1,1587637	1,076458877	0,075	4,02	8,03
$\ln V = a + b * \ln(1/\text{DAP})$	206	-8,108404	-2,260256		0,95		484,1111	2,3730937	1,540484885	0,107331	5,75	11,50

APÊNDICE B - Equações testadas para a Resex Lago do Capanã Grande – Sítio Manicoré (AM)

Equações	n	a	b	c	R²	EPE	SQRes	QMRes	Desv(EPE)	Sxy	S_{yx}(%)	Incerteza
$V = a + b(\text{DAP})$	99	-3,14439	0,124		0,71	1,671125			1,671125	0,167954	6,70	13,41
$V = a + b(\text{DAP}) + c(\text{H}_c)$	99	-4,33931	0,11202	0,132433	0,79	1,633645			1,633645	0,164188	6,55	13,11
$V = a + b(\text{DAP}) + c(\text{H}_t)$	99	-2,28465	0,132742	-0,05197	0,78	1,669084			1,669084	0,167749	6,69	13,39
$V = a + b(\text{DAP}^2\text{H}_c)$	99	0,109611	0,565488		0,97	0,584131			0,584131	0,058707	2,34	4,69
$V = a + b(\text{DAP}^2\text{H}_t)$	99	0,008014	0,321615		0,91	1,069203			1,069203	0,107459	4,29	8,58
$V = a + b(1/\text{DAP})$	99	5,586065	-101,549		0,29	3,015827			3,015827	0,303102	12,10	24,19
$V = a * (\text{DAP})^b$	99	0,000103	2,504559		0,94		75,46739	0,77801434	0,882051212	0,088649	3,54	7,08
$V = a * (\text{DAP})^b * (\text{H}_c)^c$	99	0,000082	2,040503	0,815743	0,97		31,68393	0,330040906	0,574491868	0,057739	2,30	4,61
$V = a * (\text{DAP})^b * (\text{H}_t)^c$	99	0,000079	2,473005	0,12021	0,94		74,83612	0,779542948	0,882917294	0,088737	3,54	7,08
$V = a * (\text{DAP}^2\text{H}_c)^b$	99	0,623958	0,971662		0,97		33,01427	0,340353268	0,583398036	0,058634	2,34	4,68
$V = a * (\text{DAP}^2\text{H}_t)^b$	99	0,288913	1,031693		0,91		110,0997	1,135047979	1,065386305	0,107075	4,27	8,55
$V = a * (1/\text{DAP})^b$	99	0,000103	-2,50456		0,94		75,46739	0,77801434	0,882051212	0,088649	3,54	7,08
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP})$	99	-7,96278	2,220434		0,96		76,72688	0,790998768	0,889381115	0,089386	3,57	7,13
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP}) + c * \ln(\text{H}_c)$	99	-9,06841	1,966477	0,804017	0,98		33,6233	0,350242748	0,591813102	0,059479	2,37	4,75
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP}) + c * \ln(\text{H}_t)$	99	-9,39119	1,984637	0,725604	0,97		106,1511	1,105740896	1,051542152	0,105684	4,22	8,44
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP}^2\text{H}_c)$	99	-0,44705	0,953604		0,98		34,33986	0,354019209	0,594995133	0,059799	2,39	4,77
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP}^2\text{H}_t)$	99	-1,04302	0,95222		0,97		120,6065	1,243365466	1,115062987	0,112068	4,47	8,95
$\ln V = a + b * \ln(1/\text{DAP})$	99	-7,96278	-2,22043		0,96		1454,225	14,99200743	3,871951373	0,389146	15,53	31,06

APÊNDICE C - Equações testadas para a Região Central de Manaus – EEST/INPA – ZF-2

Equação	n	a	b	c	R²	EPE	SQRes	QMRes	Desv(EPE)	Sxy	S_{yx}(%)	Incerteza
V= a + b(DAP)	386	-2,83224	0,126415		0,84	1,036264			1,036264	0,052744	2,48	4,96
V= a *(DAP) ^b	386	0,001176	1,998682		0,89		273,31666	0,711762135	0,843659964	0,042941	2,02	4,04
lnV= a + b*ln(DAP)	386	-8,282064	2,37808		0,95		447,3334863	1,164930954	1,079319672	0,054936	2,58	5,17

APÊNDICE D - Equações testadas para a Mil Madeireira Ltda (PWA) – Sítio Itacoatiara (AM)

Modelos	n	a	b	c	R²	EPE	SQRes	QMRes	Desv(EPE)	Sxy	S_{yx}(%)	Incerteza
$V = a + b(\text{DAP})$	203	-7,583071	0,183924		0,77	1,434099			1,434099	0,100654	1,84	3,68
$V = a + b(\text{DAP}) + c(\text{H}_c)$	203	-10,824446	0,168973	0,250935	0,90	0,97597			0,97597	0,0685	1,25	2,50
$V = a + b(\text{DAP}) + c(\text{H}_i)$												
$V = a + b(\text{DAP}^2\text{H}_c)$	203	0,160832	0,57857		0,94	0,75881			0,75881	0,053258	0,97	1,94
$V = a + b(\text{DAP}^2\text{H}_i)$												
$V = a + b(1/\text{DAP})$	203	19,518786	-962,191542		0,68	1,696701			1,696701	0,119085	2,17	4,35
$V = a * (\text{DAP})^b$	203	0,0005119	2,164882		0,79		392,71509	1,953806418	1,397786256	0,098105	1,79	3,58
$V = a * (\text{DAP})^b * (\text{H}_c)^c$	203	0,0000728	2,0436403	0,8641791	0,94		110,389284	0,55194642	0,742930966	0,052144	0,95	1,90
$V = a * (\text{DAP})^b * (\text{H}_i)^c$												
$V = a * (\text{DAP}^2\text{H}_c)^b$	203	0,6097008	0,988698		0,94		116,7243114	0,580717967	0,762048533	0,053485	0,98	1,95
$V = a * (\text{DAP}^2\text{H}_i)^b$												
$V = a * (1/\text{DAP})^b$	203	0,0005119	-2,164882		0,79		392,7150903	1,953806419	1,397786257	0,098105	1,79	3,58
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP})$	203	-7,7438743	2,1957387		0,72		399,4587626	1,987357028	1,40973651	0,098944	1,81	3,61
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP}) + c * \ln(\text{H}_c)$	203	-9,0326005	1,927893	0,8641145	0,94		117,3819741	0,586909871	0,766100431	0,05377	0,98	1,96
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP}) + c * \ln(\text{H}_i)$												
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP}^2\text{H}_c)$	203	-0,356905	0,926707		0,94		30376,64634	151,1275938	12,29339635	0,862827	15,75	31,51
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP}^2\text{H}_i)$												
$\ln V = a + b * \ln(1/\text{DAP})$	203	-7,743874	-2,195739		0,72		32680,60419	162,5900706	12,75108115	0,89495	16,34	32,68

APÊNDICE E - Equações testadas para a Flona do Pau Rosa – Sítio Maués (AM)

Modelos	n	a	b	c	R ²	EPE	SQRes	QMRes	Desv(EPE)	Sxy	S _{yx} (%)	Incerteza
$V = a + b(\text{DAP})$	140	-2,730431	0,125772		0,81	1,492504			1,492504	0,12614	5,95	11,90
$V = a + b(\text{DAP}) + c(\text{H}_d)$	140	-3,18761	0,119386	0,05204	0,81	1,486399			1,486399	0,125624	5,93	11,85
$V = a + b(\text{DAP}) + c(\text{H}_t)$	140	-2,547549	0,127988	-0,01136	0,81	1,497085			1,497085	0,126527	5,97	11,94
$V = a + b(\text{DAP}^2\text{H}_d)$	140	0,208211	0,527691		0,93	0,897872			0,897872	0,075884	3,58	7,16
$V = a + b(\text{DAP}^2\text{H}_t)$	140	0,059052	0,335945		0,94	0,825717			0,825717	0,069786	3,29	6,59
$V = a + b(1/\text{DAP})$	140	5,267969	-83,48904		0,31	2,874334			2,874334	0,242926	11,46	22,92
$V = a * (\text{DAP})^b$	140	0,000567	2,146195		0,92		139,228747	1,008903964	1,004442116	0,084891	4,01	8,01
$V = a * (\text{DAP})^{b_x}(\text{H}_d)^c$	140	0,000215	1,764021	0,903614	0,94		98,346823	0,717860022	0,847266205	0,071607	3,38	6,76
$V = a * (\text{DAP})^{b_x}(\text{H}_t)^c$	140	0,000063	1,948128	0,889348	0,94		92,47531	0,675002263	0,821585213	0,069437	3,28	6,55
$V = a * (\text{DAP}^2\text{H}_d)^b$	140	0,764874	0,885966		0,94		98,363105	0,712776123	0,844260696	0,071353	3,37	6,73
$V = a * (\text{DAP}^2\text{H}_t)^b$	140	0,385973	0,961906		0,94		92,805518	0,672503754	0,820063262	0,069308	3,27	6,54
$V = a * (1/\text{DAP})^b$	140	0,000567	-2,146195		0,92		139,228747	1,008903964	1,004442116	0,084891	4,01	8,01
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP})$	140	-8,276802	2,326891		0,95		148,228202	1,074117403	1,036396354	0,087591	4,13	8,27
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP}) + c * \ln(\text{H}_d)$	140	-9,195919	1,994481	0,811661	0,98		111,910964	0,816868353	0,903807697	0,076386	3,60	7,21
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP}) + c * \ln(\text{H}_t)$	140	-9,905337	2,024693	0,85649	0,97		93,6622688	0,683666195	0,826841094	0,069881	3,30	6,59
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP}^2\text{H}_d)$	140	-0,459729	0,960564		0,98		108,346698	0,785120998	0,886070538	0,074887	3,53	7,07
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP}^2\text{H}_t)$	140	-1,046788	0,986985		0,97		93,6945444	0,678945974	0,82398178	0,069639	3,29	6,57
$\ln V = a + b * \ln(1/\text{DAP})$	140	-8,276802	-2,32689		0,95		148,228202	1,074117403	1,036396354	0,087591	4,13	8,27

APÊNDICE F - Equações testadas para a Resex do Rio Unini – Sítio Barcelos (AM)

Equação	n	a	b	c	R ²	EPE	SQRes	QMRes	Desv(EPE)	Sxy	S _{yx} (%)	Incerteza
$V = a + b(\text{DAP})$	189	-1,618366	0,086259		0,86	0,615961			0,615961	0,044805	3,59	7,18
$V = a + b(\text{DAP}) + c(\text{H}_c)$	189	-1,618459	0,086258	0,00001	0,86	0,617615			0,617615	0,044925	3,60	7,20
$V = a + b(\text{DAP}) + c(\text{H}_t)$	189	-1,207653	0,091125	-0,026106	0,86	0,609745			0,609745	0,044352	3,55	7,10
$V = a + b(\text{DAP}^2\text{H}_c)$	189	0,053441	0,587279		0,94	0,410413			0,410413	0,029853	2,39	4,78
$V = a + b(\text{DAP}^2\text{H}_t)$	189	0,028697	0,345117		0,97	0,27651			0,27651	0,020113	1,08	2,15
$V = a + b(1/\text{DAP})$	189	3,231977	-50,924409		0,39	1,280104			1,280104	0,093114	7,46	14,91
$V = a * (\text{DAP})^b$	189	0,000596	2,105231		0,96		18,87781	0,100950856	0,317727644	0,023111	1,85	3,70
$V = a * (\text{DAP})^{b_x}(\text{H}_c)^c$	189	0,000278	2,08035	0,3211	0,97		14,96457	0,080454667	0,283645318	0,020632	1,65	3,30
$V = a * (\text{DAP})^{b_x}(\text{H}_t)^c$	189	0,000076	2,000229	0,76237	0,97		13,8536	0,074481699	0,272913354	0,019852	1,59	3,18
$V = a * (\text{DAP}^2\text{H}_c)^b$	189	0,652766	0,956694		0,94		30,93739	0,165440594	0,406743892	0,029586	2,37	4,74
$V = a * (\text{DAP}^2\text{H}_t)^b$	189	0,362463	0,98461		0,97		14,28163	0,076372364	0,276355502	0,020102	1,61	3,22
$V = a * (1/\text{DAP})^b$	189	0,000596	-2,105231		0,96		18,87781	0,100950856	0,317727644	0,023111	1,85	3,70
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP})$	189	-8,007327	2,248766		0,96		22,20658	0,118751754	0,344603764	0,025066	2,01	4,01
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP}) + c * \ln(\text{H}_c)$	189	-9,078949	2,018083	0,738109	0,98		21,56858	0,115960114	0,340529167	0,02477	1,98	3,97
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP}) + c * \ln(\text{H}_t)$	189	-9,542852	1,975145	0,803474	0,97		14,70135	0,079039504	0,281139652	0,02045	1,64	3,28
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP}^2\text{H}_c)$	189	-0,46235	0,962985		0,98		31,35427	0,167669896	0,409475147	0,029785	2,39	4,77
$\ln V = a + b * \ln(\text{DAP}^2\text{H}_t)$	189	-0,992548	0,957816		0,97		16,30018	0,087166717	0,2952401	0,021476	1,72	3,44
$\ln V = a + b * \ln(1/\text{DAP})$	189	-8,007327	-2,248766		0,96		22,20658	0,118751754	0,344603764	0,025066	2,01	4,01

APÊNDICE G – Equações escolhidas para cada sítio estudado.

Resex do Rio Auati-Paraná - Fonte Boa								
Equação	n	a	b	c	R ²	S _{xy}	S _{yx} (%)	Incerteza
$V = a (DAP)^b$	206	0,001481	1,891552		0,82	0,09	4,86	9,72
$V = a (DAP)^b (H_c)^c$	206	0,00008	1,612336	1,475666	0,95	0,05	2,62	5,23
$V = a (DAP)^b (H_t)^c$	206	0,000005	1,823141	1,801053	0,93	0,06	3,00	6,01
$\ln V = a + b \ln(DAP)$	206	-8,108404	2,260256		0,95	0,11	5,75	11,50
$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_c)$	206	-9,152903	1,948463	0,861403	0,98	0,06	3,43	6,86
$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_t)$	206	-9,316195	2,017438	0,676221	0,96	0,08	4,34	8,69
$\ln V = a + b \ln(DAP^2 H_t)$	206	-0,989521	0,951756		0,96	0,08	4,02	8,03
Resex Lago do Capanã Grande - Manicoré								
Equação	n	a	b	c	R ²	S _{xy}	S _{yx} (%)	Incerteza
$V = a (DAP)^b$	99	0,000103	2,504559		0,94	0,08865	3,54	7,08
$V = a (DAP)^b (H_c)^c$	99	0,000082	2,040503	0,815743	0,97	0,05774	2,30	4,61
$V = a (DAP)^b (H_t)^c$	99	0,000079	2,473005	0,12021	0,94	0,08874	3,54	7,08
$\ln V = a + b \ln(DAP)$	99	-7,962781	2,220434		0,96	0,08939	3,57	7,13
$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_c)$	99	-9,068407	1,966477	0,804017	0,98	0,05948	2,37	4,75
$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_t)$	99	-9,39119	1,984637	0,725604	0,97	0,10568	4,22	8,44
$\ln V = a + b \ln(DAP^2 H_t)$	99	-1,043017	0,95222		0,97	0,11207	4,47	8,95

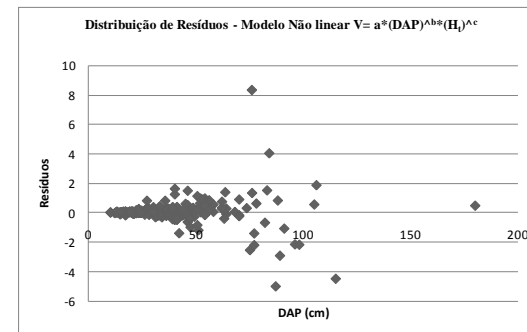
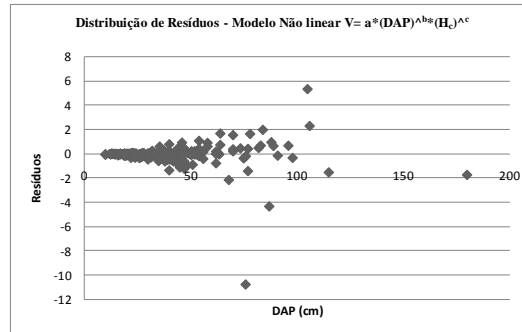
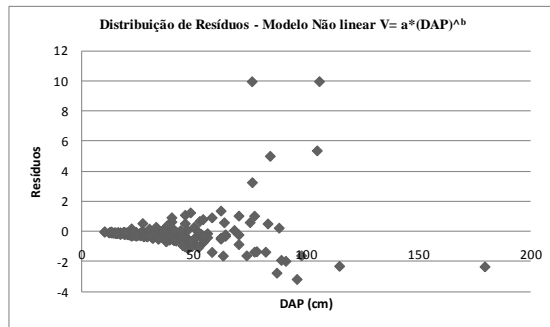
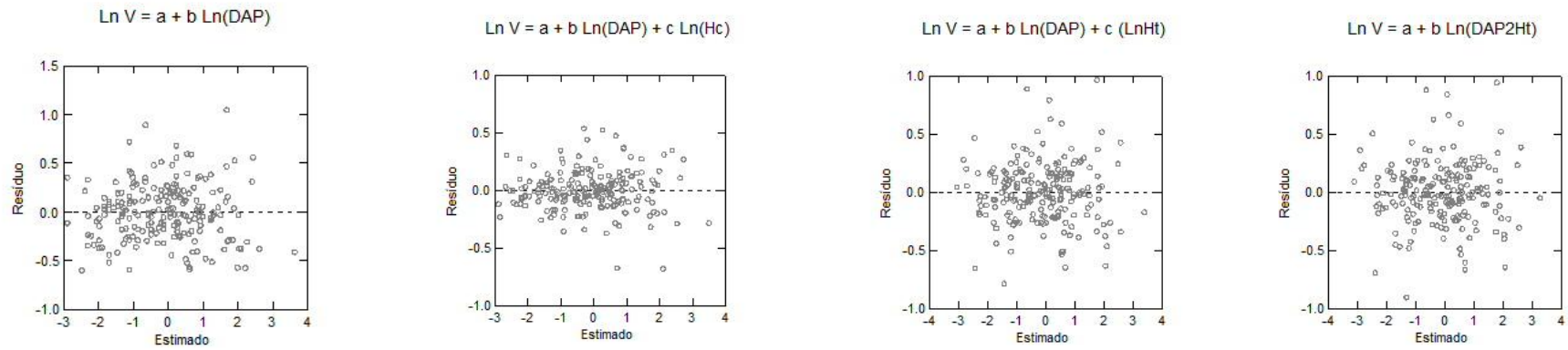
CONT. APÊNDICE G – Equações escolhidas para cada sítio estudado.

Região Central de Manaus (EEST/INPA - ZF-2)								
Equação	n	a	b	c	R ²	S _{xy}	S _{yx} (%)	Incerteza
V= a + b(DAP)	386	-2,83224	0,126415		0,84	0,05	2,48	4,96
V= a (DAP) ^b	386	0,001176	1,998682		0,89	0,04	2,02	4,04
lnV= a + bln(DAP)	386	-8,282064	2,37808		0,95	0,05	2,58	5,17
Mil Madeireira Ltda (PWA) - Itacoatiara								
Equação	n	a	b	c	R ²	S _{xy}	S _{yx} (%)	Incerteza
V= a (DAP) ^b	203	0,000512	2,164882		0,79	0,10	1,79	3,58
V= a (DAP) ^b (H _c) ^c	203	0,000073	2,043640	0,864179	0,94	0,05	0,95	1,90
lnV= a + bln(DAP)	203	-7,743874	2,195739		0,72	0,10	1,81	3,61
lnV= a + bln(DAP) + cln(H _c)	203	-9,032600	1,927893	0,864115	0,94	0,05	0,98	1,96
Flona do Pau Rosa - Maués								
Equação	n	a	b	c	R ²	S _{xy}	S _{yx} (%)	Incerteza
V= a (DAP) ^b	140	0,000567	2,146195		0,92	0,08	4,01	8,01
V= a (DAP) ^b (H _c) ^c	140	0,000215	1,764021	0,903614	0,94	0,07	3,38	6,76
V= a(DAP) ^b (H _t) ^c	140	0,000063	1,948128	0,889348	0,94	0,07	3,28	6,55
lnV= a + bln(DAP)	140	-8,276802	2,326891		0,95	0,09	4,13	8,27
lnV= a + bln(DAP) + cln(H _c)	140	-9,195919	1,994481	0,81661	0,98	0,08	3,60	7,21
lnV= a + bln(DAP) + cln(H _t)	140	-9,905337	2,024693	0,85649	0,97	0,07	3,30	6,59
lnV= a + bln(DAP ² H _t)	140	-1,046788	0,986985		0,97	0,07	3,29	6,57

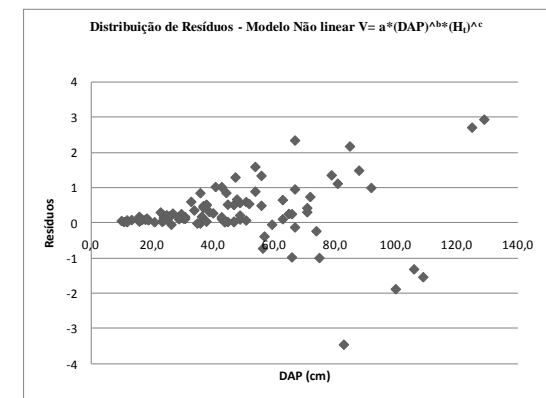
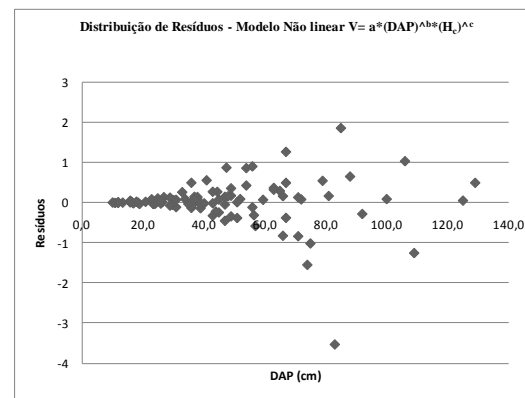
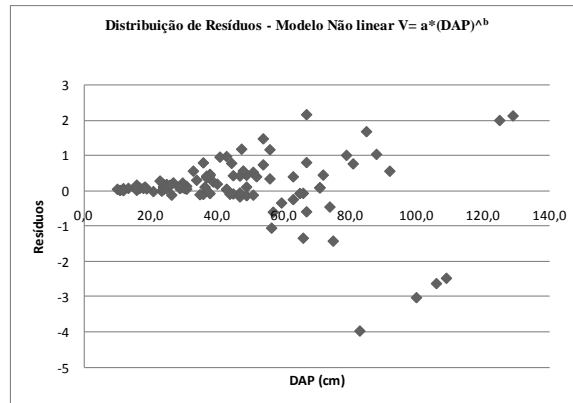
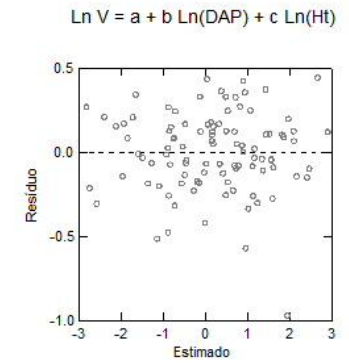
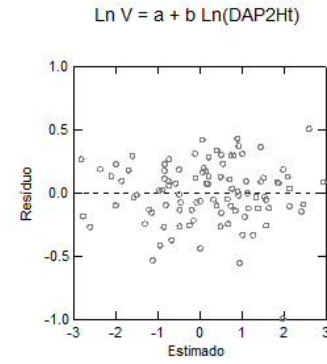
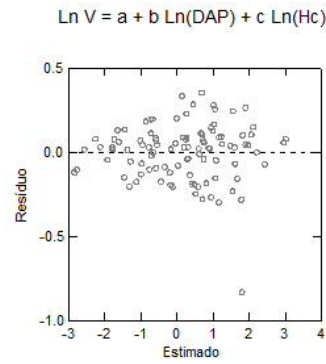
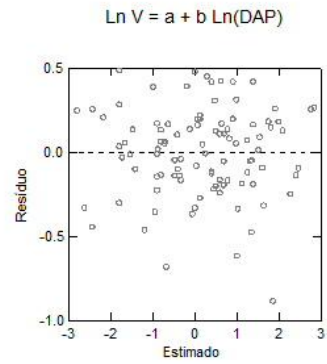
CONT. APÊNDICE G – Equações escolhidas para cada sítio estudado.

Resex do Rio Unini - Barcelos								
Equação	n	a	b	c	R ²	S _{xy}	S _{yx} (%)	Incerteza
$V = a (DAP)^b$	189	0,000596	2,105231		0,96	0,02	1,85	3,70
$V = a (DAP)^b (H_c)^c$	189	0,000278	2,080350	0,321100	0,97	0,02	1,65	3,30
$V = a (DAP)^b (H_t)^c$	189	0,000076	2,000229	0,762370	0,97	0,02	1,59	3,18
$\ln V = a + b \ln(DAP)$	189	-8,007327	2,248766		0,96	0,03	2,01	4,01
$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_c)$	189	-9,078949	2,018083	0,738109	0,98	0,02	1,98	3,97
$\ln V = a + b \ln(DAP) + c \ln(H_t)$	189	-9,542852	1,975145	0,803474	0,97	0,02	1,64	3,28
$\ln V = a + b \ln(DAP^2 H_t)$	189	-0,992548	0,957816		0,97	0,02	1,72	3,44

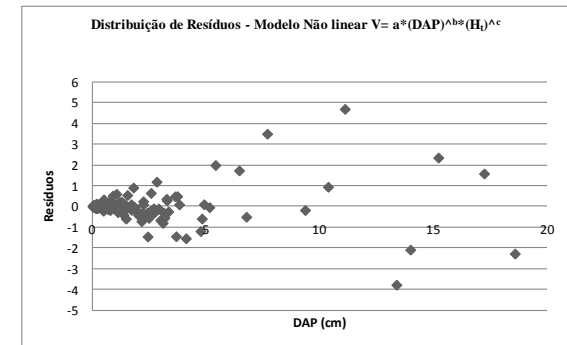
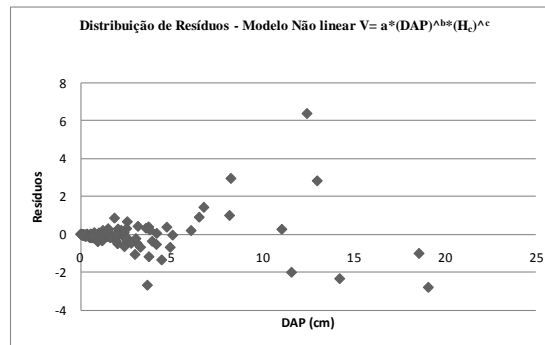
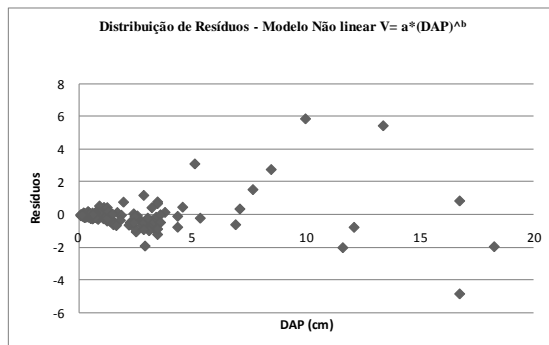
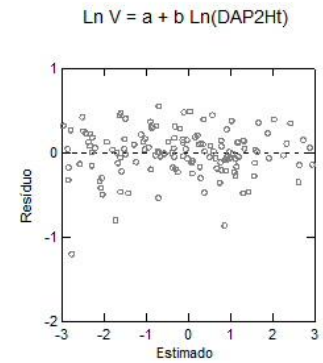
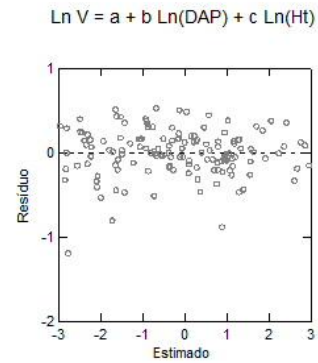
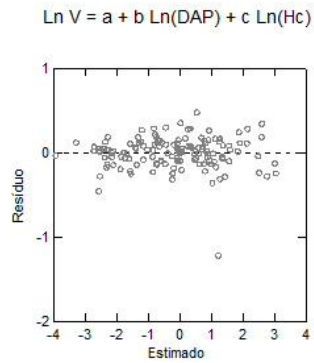
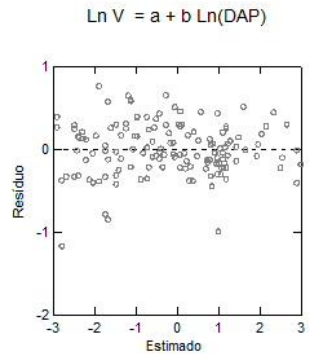
APÊNDICE H – Distribuição de resíduos – Volume comercial Fonte Boa (Resex Auati-Paraná)



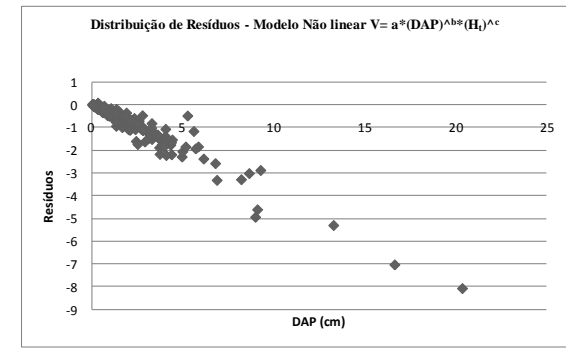
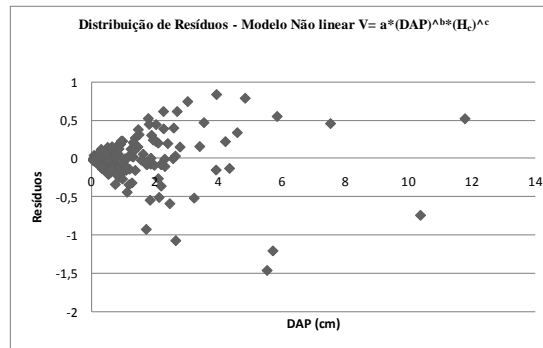
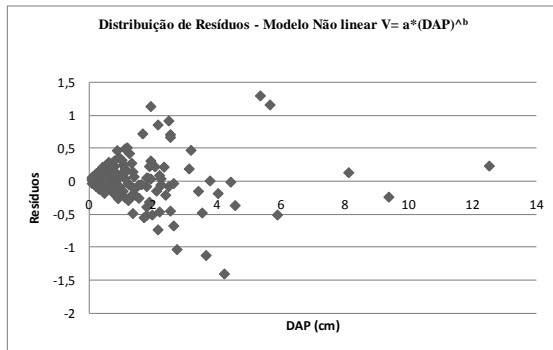
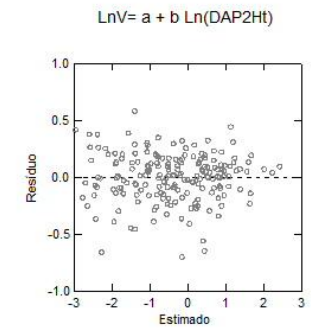
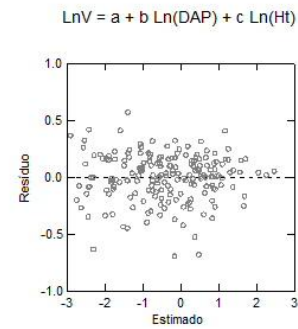
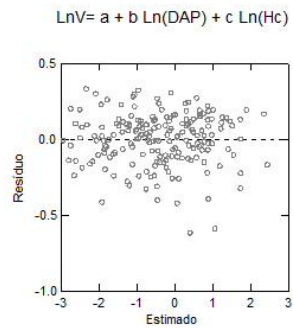
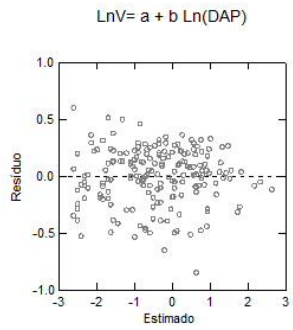
APÊNDICE I – Distribuição de resíduos – Volume comercial Manicoré (Resex Lago do Capanã Grande)



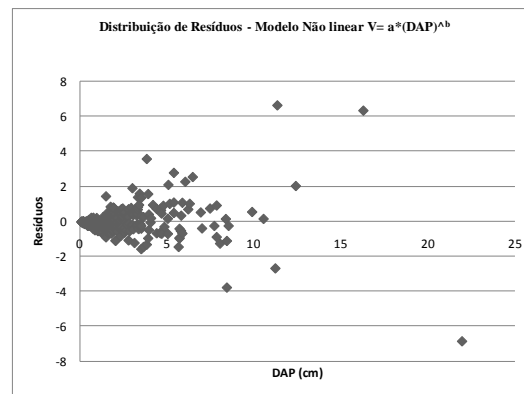
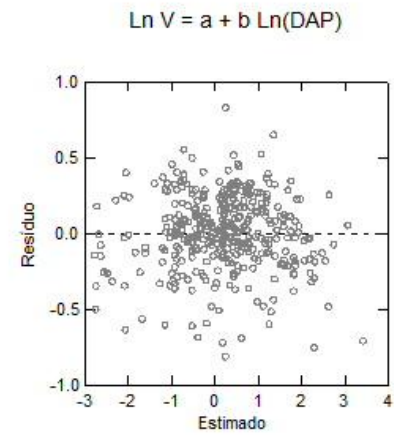
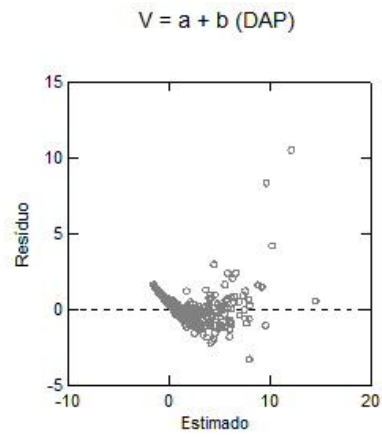
APÊNDICE J – Distribuição de resíduos – Volume comercial Maués (FLONA Pau Rosa)



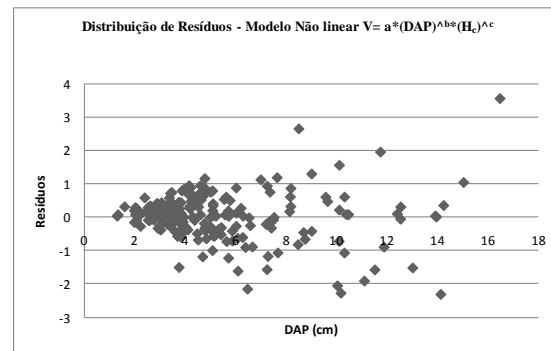
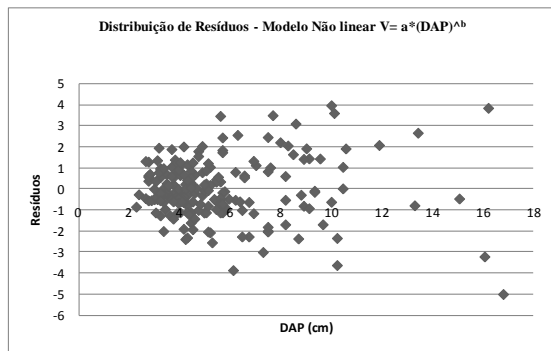
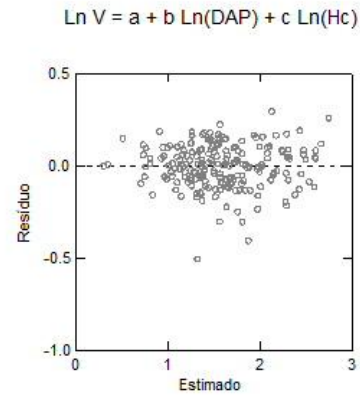
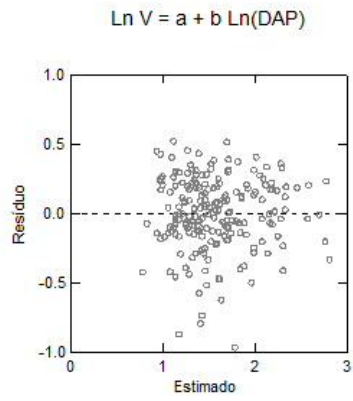
APÊNDICE K – Distribuição de resíduos – Volume comercial Barcelos (Resex do Rio Unini)



APÊNDICE L – Distribuição de resíduos – Volume comercial Manaus (EEST/INPA)



APÊNDICE M – Distribuição de resíduos – Volume comercial Itacoatiara (Mil Madeireira Ltda)



APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Abiu jacamim
Sapotaceae	<i>Pouteria retinervis</i> T.D.Penn.	Abiu jacamim
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	Abiu jacamim
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum sparsiflorum</i> Klotzsch ex Miq.	Abiurana
Sapotaceae	<i>Micropholis mensalis</i> (Baehni) Aubrév.	Abiurana
Sapotaceae	<i>Micropholis</i> sp.	Abiurana
Sapotaceae	<i>Pouteria campanulata</i> Baehni	Abiurana
Sapotaceae	<i>Pouteria filipes</i> Eyma	Abiurana
Sapotaceae	<i>Pouteria macrophylla</i> (Lam.) Eyma	Abiurana
Sapotaceae	<i>Pouteria pallens</i> T.D.Penn.	Abiurana
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	Abiurana
Sapotaceae	<i>Pouteria venosa</i> (Mart.) Baehni ssp. amazonica T.D. Penn.	Abiurana
Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Abiurana
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	Abiurana
Sapotaceae	<i>Pouteria campanulata</i> Baehni	Abiurana
Sapotaceae	<i>Pouteria cladantha</i> Sandwith	Abiurana
Sapotaceae	<i>Pouteria pallens</i> T.D.Penn.	Abiurana
Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma	Abiurana
Sapotaceae	<i>Pouteria durlandii</i> (Standl.) Baehni	Abiurana
Sapotaceae	<i>Pouteria elegans</i> A.DC. Baehni	Abiurana
Sapotaceae	<i>Pouteria bilocularis</i> (Winkler) Baehni	Abiurana abiu
Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma	Abiurana abiu
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	Abiurana abiu
Sapotaceae	<i>Pouteria erythrochrysa</i> T.D. Penn.	Abiurana abiu
Sapotaceae	<i>Pouteria cuspidata</i> (A.DC.) Baehni	Abiurana abiu
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum amazonicum</i> T.D. Penn.	Abiurana abiu
Sapotaceae	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	Abiurana abiu
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	Abiurana abiu
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum colombianum</i> (Aubrév.) T.D. Penn.	Abiurana bacuri
Sapotaceae	<i>Ecclinusa guianensis</i> Eyma	Abiurana bacuri
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	Abiurana bacuri

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Malvaceae	<i>Sterculia excelsa</i> Mart.	Achichá
Malvaceae	<i>Sterculia</i> sp.	Achichá
Moraceae	<i>Brosimum utile</i> (H.B.K.) Pittier ssp. <i>ovatifolium</i> (Ducke) C.C. Berg.	Amapá
Moraceae	<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke ssp. <i>Parinarioides</i>	Amapá
Moraceae	<i>Brosimum longifolium</i> Ducke	Amapá doce
Moraceae	<i>Brosimum potabile</i> Ducke	Amapá doce
Moraceae	<i>Brosimum utile</i> (H.B.K.) Pittier ssp. <i>ovatifolium</i> (Ducke) C.C. Berg.	Amapá doce
Moraceae	<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke	Amapá doce
Moraceae	<i>Brosimum longifolium</i> Ducke	Amapá doce
Moraceae	<i>Brosimum utile</i> (H.B.K.) Pittier ssp. <i>ovatifolium</i> (Ducke) C.C. Berg.	Amapá doce
Apocynaceae	<i>Aspidosperma vargasii</i> A.DC.	Amarelão
Apocynaceae	<i>Aspidosperma aracanga</i> Marc. Ferr.	Amarelão cascudo
Euphorbiaceae	<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	Amarelinho
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i> L.	Anani / Breu anani
Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Andiroba
Fabaceae-Faboideae	<i>Hymenolobium</i> sp.	Angelim da mata
Fabaceae-Faboideae	<i>Hymenolobium heterocarpum</i> Ducke	Angelim manteiga
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	Angelim pedra
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Zygia racemosa</i> (Ducke) Barneby & J.W.Grimes	Angelim rajado
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Zygia</i> sp.	Angelim rajado
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	Angelim vermelho
Lauraceae	<i>Beilschmiedia brasiliensis</i> (Kosterm.) Kosterm.	Anoirá
Fabaceae-Faboideae	<i>Swartzia polyphylla</i> DC.	Arabá preto
Fabaceae-Faboideae	<i>Swartzia reticulata</i> Ducke	Arabá roxo
Fabaceae-Faboideae	<i>Swartzia brachyrachis</i> Harms	Arabá roxo
Fabaceae-Faboideae	<i>Swartzia</i> sp.	Arabá roxo
Fabaceae-Faboideae	<i>Swartzia polyphylla</i> DC.	Arabazinho
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	Araçá
Myrtaceae	<i>Eugenia patrisii</i> Wahl	Araçá
Melastomataceae	<i>Mouriri ficoides</i> Morley	Araçá
Myrtaceae	<i>Calyptanthus cuspidata</i> DC.	Araçá branco

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i> DC.	Araçá bravo
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	Araçá bravo
Myrtaceae	<i>Myrcia minutiflora</i> Sagot	Araçá bravo
Myrtaceae	<i>Myrcia paivae</i> O.Berg	Araçá bravo
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	Araçá bravo
Myrtaceae	<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	Araçá goiabinha
Apocynaceae	<i>Aspidosperma aracanga</i> Marc. Ferr.	Aracanga
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> sp.	Aracanga
Melastomataceae	<i>Mouriri duckeanoides</i> Morley	Araçazinho
Euphorbiaceae	<i>Conceveiba martiana</i> Baill.	Arraieira
Euphorbiaceae	<i>Conceveiba</i> sp.	Arraieira
Myristicaceae	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (A.DC.) Warb.	Arurá branco
Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i> L.	Assacu
Annonaceae	<i>Duguetia stelechantha</i> (Diels) R.E.Fr.	Ata brava
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> sp.	Azeitona da mata
Clusiaceae	<i>Garcinia madruno</i> (Kunth in H.B.K.) Hammel	Bacuri
Clusiaceae	<i>Lorostemon bambaciflorum</i> Ducke	Bacuri
Clusiaceae	<i>Symphonia</i> sp.	Bacuri liso
Clusiaceae	<i>Symphonia</i> sp.	Bacuri miúdo
Annonaceae	<i>Onychopetalum amazonicum</i> R.E.Fr.	Biribarana
Violaceae	<i>Rinorea racemosa</i> (Mart.) Kuntze	Branquinha
Violaceae	<i>Rinorea macrocarpa</i> (C. Mart. ex Eichler) Kuntze	Branquinha
Violaceae	<i>Rinorea</i> sp.	Branquinha
Violaceae	<i>Rinorea falcata</i> (Mart. ex Eichler) Kuntze	Branquinha
Burseraceae	<i>Protium elegans</i> Engl.	Breu
Burseraceae	<i>Protium nitidifolium</i> Cuatrec.	Breu
Burseraceae	<i>Protium robustum</i> (Swart) Porter	Breu
Burseraceae	<i>Protium rubrum</i> Cuatrec.	Breu
Burseraceae	<i>Protium</i> sp.	Breu
Burseraceae	<i>Dacryodes cuspidata</i> (Cuatrec.) Daly	Breu
Burseraceae	<i>Trattinnickia burserifolia</i> Mart.	Breu

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Burseraceae	<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	Breu branco
Burseraceae	<i>Protium robustum</i> (Swart) Porter	Breu branco
Burseraceae	<i>Protium altsonii</i> Sandwith	Breu branco
Burseraceae	<i>Protium decandrum</i> (Aubl.) March.	Breu branco
Burseraceae	<i>Protium polybotryum</i> (Turcz.) Engl. ssp. <i>blackii</i> (Swart.) Daly	Breu branco
Burseraceae	<i>Protium altsonii</i> Sandwith	Breu branco
Burseraceae	<i>Protium robustum</i> (Swart) Porter	Breu da folha grande
Burseraceae	<i>Protium subserratum</i> (Engl.) Engl.	Breu de leite
Burseraceae	<i>Protium</i> sp.	Breu manga
Burseraceae	<i>Trattinnickia peruviana</i> Loes.	Breu manga
Burseraceae	<i>Protium grandifolium</i> Engl.	Breu peludo
Burseraceae	<i>Protium</i> sp.	Breu peludo
Burseraceae	<i>Protium strumosum</i> Daly	Breu pitomba
Burseraceae	<i>Protium altsonii</i> Sandwith	Breu pitomba
Burseraceae	<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze	Breu preto
Burseraceae	<i>Protium divaricatum</i> Engl.	Breu preto
Burseraceae	<i>Protium elegans</i> Engl.	Breu vermelho
Burseraceae	<i>Protium ferrugineum</i> (Engl.) Engl.	Breu vermelho
Burseraceae	<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	Breu vermelho
Burseraceae	<i>Protium ferrugineum</i> (Engl.) Engl.	Breu branco
Burseraceae	<i>Trattinnickia burserifolia</i> Mart.	Breu branco
Burseraceae	<i>Trattinnickia peruviana</i> Loes.	Breu branco
Burseraceae	<i>Protium altsonii</i> Sandwith	Breu branco / Breu vermelho
Burseraceae	<i>Trattinnickia burserifolia</i> Mart.	Breu manga
Burseraceae	<i>Protium pilosissimum</i> Engl.	Breu peludo
Burseraceae	<i>Protium aracouchini</i> (Aubl.) March.	Breu vermelho
Burseraceae	<i>Protium hebetatum</i> Daly	Breu vermelho
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March. ssp. <i>ulei</i> (Swart.) Daly	Breu vermelho
Burseraceae	<i>Protium strumosum</i> Daly	Breu vermelho
Burseraceae	<i>Protium apiculatum</i> Swart	Breu vermelho
Burseraceae	<i>Protium aracouchini</i> (Aubl.) March.	Breu vermelho

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Burseraceae	<i>Protium gallosum</i> Daly	Breu vermelho
Burseraceae	<i>Protium klugii</i> J.F.Macbr.	Breu vermelho
Burseraceae	<i>Protium nitidifolium</i> Cuatrec.	Breu vermelho
Burseraceae	<i>Protium rubrum</i> Cuatrec.	Breu vermelho
Burseraceae	<i>Protium</i> sp.	Breu vermelho/Breu branco
Melastomataceae	<i>Miconia minutiflora</i> DC.	Buchuchu
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	Buchuchu
Melastomataceae	<i>Miconia gratissima</i> Benth. ex Triana	Buchuchu
Melastomataceae	<i>Miconia argyrophylla</i> DC.	Buchuchu canela de velho
Melastomataceae	<i>Miconia gratissima</i> Benth. ex Triana	Buchuchu canela de velho
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	Buchuchu folha serrilhada
Melastomataceae	<i>Miconia lepidota</i> DC.	Buchuchu
Melastomataceae	<i>Miconia argyrophylla</i> DC.	Buchuchu canela de velho
Melastomataceae	<i>Miconia tomentosa</i> (Rich.) D. Don	Buchuchu orelha de burro
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	Buchuchu vermelho
Malvaceae	<i>Theobroma</i> sp.	Cacau de urubu
Malvaceae	<i>Ayenia praeclara</i> Sandwith	Cacau jacaré
Malvaceae	<i>Sterculia</i> sp.	Cacau urubu
Malvaceae	<i>Theobroma sylvestre</i> Mart.	Cacauí
Malvaceae	<i>Theobroma</i> sp.	Cacauí
Rubiaceae	<i>Duroia</i> sp.	Café bravo
Rubiaceae	<i>Alibertia</i> sp.	Café bravo
Rubiaceae	<i>Psychotria podocephala</i> Standl.	Café bravo
Rubiaceae	<i>Faramea torquata</i> Müll.Arg.	Caferana
Simaroubaceae	<i>Simaba amara</i> Aubl.	Caixeta
Simaroubaceae	<i>Simaba</i> sp.	Caixeta / Marupá
Anacardiaceae	<i>Anacardium parvifolium</i> Ducke	Cajuí
Anacardiaceae	<i>Anacardium spruceanum</i> Benth. ex Engl.	Cajuí
Anacardiaceae	<i>Astronium</i> sp.	Cajuí
Anacardiaceae	<i>Astronium</i> sp.	Cajuí folha miúda
Salicaceae	<i>Laetia cupulata</i> Spruce ex Benth.	Canela de veado

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Rubiaceae	<i>Chomelia tenuiflora</i> Benth.	Canela de velho
Fabaceae-Cercideae	<i>Bauhinia cupreonitens</i> Ducke	Capa bode / Pata de vaca
Siparunaceae	<i>Siparuna</i> sp.	Capitiú
Siparunaceae	<i>Siparuna sarmentosa</i> Perkins	Capitiú folha grande
Siparunaceae	<i>Siparuna decipiens</i> (Tul.) A.DC.	Capitiú folha miúda
Siparunaceae	<i>Siparuna cuspidata</i> (Tul.) A.DC.	Capitiú folha grande
Urticaceae	<i>Myriocarpa</i> sp.	Capoeiro
Chrysobalanaceae	<i>Couepia bracteosa</i> Benth.	Caraipé
Chrysobalanaceae	<i>Couepia longipendula</i> Pilg.	Caraipé
Chrysobalanaceae	<i>Couepia magnoliifolia</i> Benth. ex Hook.f.	Caraipé
Chrysobalanaceae	<i>Couepia</i> sp.	Caraipé
Chrysobalanaceae	<i>Licania apelata</i> (E.Mey.) Fritsch	Caraipé
Chrysobalanaceae	<i>Licania niloi</i> Prance	Caraipé
Chrysobalanaceae	<i>Licania prismatocarpa</i> Spruce ex Hook.f.	Caraipé
Chrysobalanaceae	<i>Licania</i> sp.	Caraipé
Chrysobalanaceae	<i>Licania unguiculata</i> Prance	Caraipé
Chrysobalanaceae	<i>Couepia guianensis</i> Aubl. ssp. <i>guianensis</i> (Miq.) Prance	Caraipé
Chrysobalanaceae	<i>Licania longistyla</i> (Hook.f.) Fritsch	Caraipé
Chrysobalanaceae	<i>Licania niloi</i> Prance	Caraipé
Chrysobalanaceae	<i>Licania longistyla</i> (Hook.f.) Fritsch	Caraipé
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	Caraipé
Chrysobalanaceae	<i>Licania octandra</i> (Hoffmanns ex Roem. & Schult.) Kuntze	Caraipé
Chrysobalanaceae	<i>Licania sprucei</i> (Hook.f.) Fritsch	Caraipé
Chrysobalanaceae	<i>Couepia canomensis</i> (Mart.) Benth. ex Hook.f.	Caraiperana
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> sp.	Carapanaúba
Malvaceae	<i>Scleronema micranthum</i> (Ducke) Ducke	Cardeiro / Cedrinho
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	Caroba
Sapotaceae	<i>Pradosia decipiens</i> Ducke	Casca doce
Lecythidaceae	<i>Lecythis</i> sp.	Castanha
Lecythidaceae	<i>Cariniana micrantha</i> Ducke	Castanha de macaco
Lecythidaceae	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	Castanha do Brasil

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Lecythidaceae	<i>Lecythis</i> sp.	Castanha jarana
Lecythidaceae	<i>Lecythis zabucajo</i> Aubl.	Castanha sapucaia
Lecythidaceae	<i>Lecythis</i> sp.	Castanha vermelha
Lecythidaceae	<i>Eschweilera atropetiolata</i> S.A.Mori	Castanha vermelha
Lecythidaceae	<i>Eschweilera cyathiformis</i> S.A.Mori	Castanha vermelha
Euphorbiaceae	<i>Glycydendron amazonicum</i> Ducke	Castanha de porco
Lecythidaceae	<i>Cariniana decandra</i> Ducke	Castanharana
Lecythidaceae	<i>Lecythis zabucajo</i> Aubl.	Castanha sapucaia
Vochysiaceae	<i>Ruizterania albiflora</i> (Warm.) Marcano-Berti	Catuaba
Moraceae	<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & Bouché	Caucho
Moraceae	<i>Brosimum longifolium</i> Ducke	Caucho
Moraceae	<i>Brosimum</i> sp.	Caucho
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	Caxinguba
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro rosa
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Cedrelinga</i> sp.	Cedrorana
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Cedrorana
Fabaceae-Faboideae	<i>Torrosea acreana</i> Ducke	Cerejeira
Celastraceae	<i>Maytenus guyanensis</i> Klotzsch	Chichuá
Sapotaceae	<i>Micropholis guyanensis</i> (A.DC.) Pierre	Chiclete bravo
Sapotaceae	<i>Micropholis trunciflora</i> Ducke	Chiclete bravo
Polygonaceae	<i>Coccoloba confusa</i> Howard	Coaçu
Lacistemataceae	<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J.Bergius) Rusby	Coité
Violaceae	<i>Leonia glycycarpa</i> Ruiz & Pav.	Coité
Lacistemataceae	<i>Lacistema polystachyum</i> Schnizl.	Coité brabo
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Copaifera multijuga</i> Hayne	Copaíba
Fabaceae-Faboideae	<i>Swartzia corrugata</i> Benth.	Coração de negro
Fabaceae-Faboideae	<i>Swartzia panacoco</i> (Aubl.) R.S.Coawan	Coração de negro
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	Cravo da mata
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Cassia rubriflora</i> Ducke	Cuiarana
Fabaceae-Faboideae	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Cumaru
Fabaceae-Faboideae	<i>Dipteryx</i> sp.	Cumaru

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Fabaceae-Faboideae	<i>Dipteryx magnifica</i> Ducke	Cumaru verdadeiro
Fabaceae-Faboideae	<i>Dipteryx magnifica</i> Ducke	Cumarurana
Fabaceae-Faboideae	<i>Taralea oppositifolia</i> Aubl.	Cumarurana
Goupiaceae	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Cupiúba
Malvaceae	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	Cupuí
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Heterostemon ellipticus</i> Mart. ex Benth.	Curu curu
Rhizophoraceae	<i>Sterigmatopetalum obovatum</i> Kuhlm.	Desconhecida
Ebenaceae	<i>Diospyros vestita</i> Benoist	Desconhecida
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp.	Desconhecida
Hugoniaceae	<i>Hebepetalum humiriifolium</i> (Planch.) Benth.	Desconhecida
Euphorbiaceae	<i>Croton lanjouwensis</i> Jabl.	Dima
Urticaceae	<i>Cecropia</i> sp.	Embaúba
Urticaceae	<i>Pourouma ovata</i> Trécul.	Embaúba
Urticaceae	<i>Pourouma villosa</i> Trécul.	Embaúba benguelê
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Embaúba gigante
Urticaceae	<i>Cecropia purpurascens</i> C.C.Berg.	Embaúba roxa
Urticaceae	<i>Pourouma tomentosa</i> Mart. ex Miq. ssp. <i>apiculata</i> (Spruce ex Benoist.) C.C.Berg. & Heusden	Embaubarana
Urticaceae	<i>Pourouma minor</i> Benoist	Embaubarana
Urticaceae	<i>Pourouma tomentosa</i> Mart. ex Miq. ssp. <i>Tomentosa</i>	Embaubarana
Urticaceae	<i>Pourouma bicolor</i> Mart. ssp. <i>Bicolor</i>	Embaubarana
Urticaceae	<i>Pourouma minor</i> Benoist	Embaubarana
Urticaceae	<i>Pourouma villosa</i> Trécul.	Embaubarana
Urticaceae	<i>Cecropia purpurascens</i> C.C.Berg.	Embaúba roxa
Annonaceae	<i>Ephedranthus</i> sp.	Envira
Annonaceae	<i>Guatteria</i> sp.	Envira
Annonaceae	<i>Duguetia stelechantha</i> (Diels) R.E.Fr.	Envira
Annonaceae	<i>Duguetia</i> sp.	Envira amarela
Annonaceae	<i>Xylopia</i> sp.	Envira amargosa
Annonaceae	<i>Rollinia</i> sp.	Envira bobo
Annonaceae	<i>Guatteria</i> sp.	Envira cauliflora

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Annonaceae	<i>Diclinona calycina</i> Benoist.	Envira ferro
Annonaceae	<i>Pseudoxandra coriacea</i> R.E.Fr.	Envira ferro
Annonaceae	<i>Guatteria olivacea</i> R.E.Fr.	Envira fofa
Ulmaceae	<i>Ampelocera edentula</i> Kuhlms.	Envira iodo
Malvaceae	<i>Apeiba echinata</i> Gaertner	Envira pente de macaco
Malvaceae	<i>Lueheopsis</i> sp.	Envira pente de macaco
Annonaceae	<i>Annona ambotay</i> Aubl.	Envira pimenta
Annonaceae	<i>Fusaea longifolia</i> (Aubl.) Saff.	Envira preta
Annonaceae	<i>Guatteria discolor</i> R.E.Fr.	Envira rolinha
Annonaceae	<i>Pseudoxandra coriacea</i> R.E.Fr.	Envira roxa
Malvaceae	<i>Quararibea ochrocalyx</i> (K. Schum.) Vischer	Envira sapotinha
Annonaceae	<i>Bocageopsis multiflora</i> (Mart.) R.E.Fr.	Envira surucucu
Annonaceae	<i>Guatteria citriodora</i> Ducke	Envira taia
Annonaceae	<i>Ephedranthus amazonicus</i> R.E.Fr.	Envira taia
Annonaceae	<i>Xylopia benthamii</i> R.E.Fr.	Envira taripupu
Annonaceae	<i>Xylopia</i> sp.	Envira vassourinha
Annonaceae	<i>Duguetia trunciflora</i> A.H.Gentry	Envira amarela
Annonaceae	<i>Rollinia insignis</i> R.E.Fr.	Envira amarela
Annonaceae	<i>Duguetia</i> sp.	Envira amarela
Annonaceae	<i>Rollinia insignis</i> R.E.Fr.	Envirabobó
Annonaceae	<i>Rollinia</i> sp.	Envira bobó
Annonaceae	<i>Xylopia benthamii</i> R.E.Fr.	Envira bobó
Annonaceae	<i>Guatteria</i> sp.	Envira cauliflora
Annonaceae	<i>Annona amazonica</i> R.E. Fr.	Envira cipó
Annonaceae	<i>Guatteria</i> sp.	Envira ferro
Annonaceae	<i>Guatteria</i> sp.	Envira fofa
Annonaceae	<i>Guatteria olivacea</i> R.E.Fr.	Envira fofa
Malvaceae	<i>Quararibea ochrocalyx</i> (K. Schum.) Vischer	Envira sapotinha
Annonaceae	<i>Bocageopsis multiflora</i> (Mart.) R.E.Fr.	Envira surucucu
Annonaceae	<i>Xylopia polyantha</i> R.E.Fr.	Envira taripupu
Annonaceae	<i>Xylopia calophylla</i> R.E.Fr.	Envira taripupu

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Annonaceae	<i>Xylopia benthamii</i> R.E.Fr.	Envira taripupu
Violaceae	<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	Estralador
Violaceae	<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	Falsa cupiúba
Violaceae	<i>Rinorea</i> sp.	Falsa cupiúba
Moraceae	<i>Sorocea muriculata</i> Miq. ssp. muriculata	Falsa rainha
Moraceae	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	Falsa rainha
Moraceae	<i>Helianthostylis sprucei</i> Baill.	Falsa rainha
Moraceae	<i>Brosimum</i> sp.	Falsa rainha
Moraceae	<i>Helianthostylis sprucei</i> Baill.	Falsa rainha
Moraceae	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	Falsa rainha
Violaceae	<i>Rinorea amapensis</i> Hekking	Falsa cupiúba
Violaceae	<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	Falsa cupiúba
Moraceae	<i>Brosimum lactescens</i> (S.Moore) C.C.Berg.	Falsa rainha
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Abarema</i> sp.	Fava
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Parkia decussata</i> Ducke	Fava amarela
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip	Fava amarela
Fabaceae-Faboideae	<i>Vatairea sericea</i> Ducke	Fava amargosa
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Parkia</i> sp.	Fava parkia
Fabaceae-Faboideae	<i>Vatairea sericea</i> Ducke	Fava amargosa
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Stryphnodendron racemiferum</i> (Ducke) Rodr.	Fava camuzé
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Pseudopiptadenia psilostachya</i> (Benth.) G.P. Lewis & L. Rico	Fava vermelha folha fina / Favinha
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Parkia igneiflora</i> Ducke	Faveira
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Chamaecrista</i> sp.	Faveira
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Elizabetha</i> sp.	Faveira
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Parkia</i> sp.	Faveira
Fabaceae-Faboideae	<i>Vatairea sericea</i> Ducke	Faveira amargosa
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Dimorphandra</i> sp.	Faveira arara tucupi
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Stryphnodendron</i> sp.	Faveira branca / Bajinha
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Abarema floribunda</i> (Spruce ex Benth.) Barneby & J.W.	Faveira da folha miúda
Fabaceae-Faboideae	<i>Swartzia cuspidata</i> Spruce ex Benth.	Feijão bravo / Pitaíca
Rubiaceae	<i>Palicourea</i> sp.	Figo bravo

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Boraginaceae	<i>Cordia exaltata</i> Lam.	Freijó
Boraginaceae	<i>Cordia paniculares</i> Rudge	Freijó
Boraginaceae	<i>Cordia nodosa</i> Lam.	Freijó
Boraginaceae	<i>Cordia naidophylla</i> Johnston	Freijó
Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp.	Freijó
Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp.	Freijó branco
Rubiaceae	<i>Palicourea</i> sp.	Figo bravo
Moraceae	<i>Ficus krukovii</i> Standl.	Gameleira
Meliaceae	<i>Guarea carinata</i> Ducke	Gitó
Meliaceae	<i>Guarea convergens</i> T.D. Penn.	Gitó
Meliaceae	<i>Guarea humaitensis</i> T.D.Penn.	Gitó
Meliaceae	<i>Guarea</i> sp.	Gitó branco
Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp.	Gitó branco
Meliaceae	<i>Guarea trunciflora</i> C. DC.	Gitó branco
Meliaceae	<i>Trichilia areolata</i> T.D.Penn.	Gitó vermelho
Meliaceae	<i>Guarea</i> sp.	Gitó vermelho
Meliaceae	<i>Trichilia septentrionales</i> C.DC.	Gitó branco
Meliaceae	<i>Guarea humaitensis</i> T.D.Penn.	Gitó branco
Meliaceae	<i>Guarea</i> sp.	Gitó vermelho
Meliaceae	<i>Trichilia micropetala</i> T.D.Penn.	Gitó vermelho
Melastomataceae	<i>Bellucia dichotoma</i> Cogn.	Goiaba de anta folha grande
Melastomataceae	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	Goiaba de anta vermelha
Myrtaceae	<i>Eugenia diplocampta</i> Diels	Goiabinha
Myrtaceae	<i>Myrcia paivae</i> O.Berg	Goiabinha
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> sp.	Goiabinha
Myrtaceae	<i>Myrcia aliena</i> McVaug	Goiabinha
Melastomataceae	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	Goiabinha
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	Goiabinha
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> sp.	Grão de galo
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana heterophylla</i> Vahl	Grão de galo
Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Guariúba

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga huberi</i> Ducke	Ingá
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga umbellifera</i> (Vahl) Steud. ex DC.	Ingá
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga macrophylla</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Ingá
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga</i> sp.	Ingá
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga cayennensis</i> Sagot ex Benth.	Ingá
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga laurina</i> Willd.	Ingá
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga nobilis</i> Willd.	Ingá
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga leiocalycina</i> Benth.	Ingá branca
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga panurensis</i> Spruce ex Benth.	Ingá cachiado
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga marginata</i> Willd.	Ingá caracol
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga</i> sp.	Ingá cauliflora
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga pezizifera</i> Benth.	Ingá chata
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Macrolobium limbatum</i> Spruce ex Benth.	Ingá chinelo
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Ingá cipó
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga gracilifolia</i> Ducke	Ingá ferro
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga</i> sp.	Ingá mari mari
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Abarema</i> sp.	Ingá peluda
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga rubiginosa</i> (Rich.) DC.	Ingá peluda
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Ingá peluda
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Ingá roxo
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga obidensis</i> Ducke	Ingá vermelha
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	Ingá vermelha
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga leiocalycina</i> Benth.	Ingá vermelha
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga paraensis</i> Ducke	Ingá vermelha
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga panurensis</i> Spruce ex Benth.	Ingá xixica
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga stipularis</i> DC.	Ingá branca
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Dimorphandra parviflora</i> Spruce ex Benth.	Ingá copaíba
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga gracilifolia</i> Ducke	Ingá copaíba
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga splendens</i> Willd.	Ingáí
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga suberosa</i> T.D.Penn.	Ingá peluda
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Macrolobium</i> sp.	Ingarana

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Peltogyne</i> sp.	Ingarana
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga cordatoalata</i> Ducke	Ingá vermelha
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga obidensis</i> Ducke	Ingá vermelha
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga paraensis</i> Ducke	Ingá vermelha
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga gracilifolia</i> Ducke	Ingá xixica
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga capitata</i> Desv.	Ingazeira
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Inga</i> sp.	Ingazeira
Moraceae	<i>Helianthostylis sprucei</i> Baill.	Inharé
Moraceae	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	Inharé
Moraceae	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	Inharé
Moraceae	<i>Maquira guianensis</i> Aubl. ssp. <i>Guianensis</i>	Inharé
Moraceae	<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	Inharé
Moraceae	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr.	Inharé
Bignoniaceae	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nichols	Ipê roxo (explorada)
Chrysobalanaceae	<i>Parinari excelsa</i> Sabine	Isqueiro
Lauraceae	<i>Mezilaurus duckei</i> van der Werff	Itaúba
Lauraceae	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meissen.) Taubert ex Mez	Itaúba
Lauraceae	<i>Mezilaurus duckei</i> van der Werff	Itaúba abacate / Louro-ferro
Olacaceae	<i>Heisteria densifrons</i> Engl.	Itaubarana
Olacaceae	<i>Heisteria laxiflora</i> Engl.	Itaubarana
Olacaceae	<i>Heisteria</i> sp.	Itaubarana
Olacaceae	<i>Dulacia guianensis</i> (Engl.) Kuntz.	Itaubarana
Olacaceae	<i>Heisteria barbata</i> Cuatrec.	Itaubarana
Olacaceae	<i>Heisteria densifrons</i> Engl.	Itaubarana
Olacaceae	<i>Heisteria duckei</i> Sleumer	Itaubarana
Olacaceae	<i>Heisteria acuminata</i> (Humb. & Bonpl.) Engl.	Itaubarana
Olacaceae	<i>Heisteria laxiflora</i> Engl.	Itaubarana
Olacaceae	<i>Heisteria</i> sp.	Itaubarana
Moraceae	<i>Naucleopsis ulei</i> (Warb.) Ducke	Jaca brava
Moraceae	<i>Naucleopsis caloneura</i> (Huber) Ducke	Jaca brava

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Moraceae	<i>Naucleopsis ulei</i> (Warb.) Ducke ssp. amara (Ducke) C.C. Berg	Jaca brava
Fabaceae-Faboideae	<i>Vatairea paraensis</i> Ducke	Jacarandá
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Jacareúba
Clusiaceae	<i>Calophyllum</i> sp.	Jacareúba
Sapotaceae	<i>Pouteria ambelaniifolia</i> (Sandwith) T.D.Penn.	Jaraí
Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Jaraí
Sapotaceae	<i>Pouteria cladantha</i> Sandwith	Jaraí
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	Jaraí
Sapotaceae	<i>Pouteria cladantha</i> Sandwith	Jaraí
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Hymenaea reticulata</i> Ducke	Jatobá
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Macrolobium suaveolens</i> Spruce ex Benth.	Jatobá
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Macrolobium</i> sp.	Jatobá
Arecaceae	<i>Astrocaryum jauari</i> Mart.	Jauari
Fabaceae-Faboideae	<i>Swartzia arborescens</i> (Aubl.) Pittier	Jenipapinho
Fabaceae-Faboideae	<i>Swartzia cuspidata</i> Spruce ex Benth.	Jiboinha
Nyctaginaceae	<i>Neea floribunda</i> Poepp. & Endl.	João mole
Nyctaginaceae	<i>Neea oppositifolia</i> Ruiz & Pav.	João mole
Nyctaginaceae	<i>Neea</i> sp.	João mole
Nyctaginaceae	<i>Neea madeirana</i> Standl.	João mole
Fabaceae-Faboideae	<i>Pterocarpus</i> sp.	Jutaí cica
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Steud.	Jutaí cica
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	Lacre vermelho
Hypericaceae	<i>Vismia gracilis</i> Hieron	Lacre vermelho
Salicaceae	<i>Casearia manausensis</i> Sleumer	Limãozinho
Rubiaceae	<i>Warszewiczia schwackei</i> K.Schum.	Língua de cachorro
Lauraceae	<i>Aniba</i> sp.	Louro
Lauraceae	<i>Licaria</i> sp.	Louro
Lauraceae	<i>Licaria oppositifolia</i> (Ness) Kosterm.	Louro
Lauraceae	<i>Ocotea leucoxylon</i> (Sw.) Mez	Louro
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	Louro
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Louro

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Lauraceae	<i>Licaria</i> sp.	Louro
Lauraceae	<i>Aniba panurensis</i> (Meissn.) Mez	Louro
Lauraceae	<i>Aniba</i> sp.	Louro abacate
Lauraceae	<i>Ocotea argyrophylla</i> Ducke	Louro abacate
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	Louro abacate
Lauraceae	<i>Licaria</i> sp.	Louro amarelo
Lauraceae	<i>Ocotea cinerea</i> van der Werff	Louro amarelo
Lauraceae	<i>Ocotea argyrophylla</i> Ducke	Louro aritu
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	Louro branco
Lauraceae	<i>Ocotea immersa</i> van der Werff	Louro branco
Lauraceae	<i>Ocotea cerneua</i> (Nees) Mez	Louro chumbo
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	Louro ferro
Lauraceae	<i>Ocotea matogrossensis</i> Vattimo	Louro fofo
Lauraceae	<i>Endlicheria bracteata</i> Mez	Louro fofo
Lauraceae	<i>Ocotea dourandensis</i> Vattimo-Gil	Louro inhamuí
Lauraceae	<i>Aiouea grandifolia</i> van der Werff	Louro pirarucu
Lauraceae	<i>Licaria pachycarpa</i> (Meissn.) Kosterm.	Louro preto
Lauraceae	<i>Ocotea nigrescens</i> Vicentini	Louro preto
Lauraceae	<i>Ocotea percurrens</i> Vicentini	Louro preto
Lauraceae	<i>Aniba jenmanii</i> Mez	Louro vermelho
Lauraceae	<i>Beilschmiedia brasiliensis</i> (Kosterm.) Kosterm.	Louro abacate
Lauraceae	<i>Aniba megaphylla</i> Mez	Louro amarelo
Lauraceae	<i>Aniba parviflora</i> (Meissn.) Mez	Louro amarelo
Lauraceae	<i>Licaria chrysophylla</i> (Meissn.) Kosterm.	Louro amarelo
Lauraceae	<i>Ocotea argyrophylla</i> Ducke	Louro amarelo
Lauraceae	<i>Rhodostermonodaphne recurva</i> van der Werff	Louro amarelo
Lauraceae	<i>Licaria guianensis</i> Aubl.	Louro aritu
Lauraceae	<i>Licaria martiniana</i> (Mez.) Kosterm.	Louro aritu / Louro-amarelo
Lauraceae	<i>Aiouea myristicoides</i> Mez	Louro cinza
Lauraceae	<i>Aniba parviflora</i> (Meissn.) Mez	Louro falso aritu
Lauraceae	<i>Aniba ferrea</i> Kubitzki.	Louro fofo / Louro rosa

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Lauraceae	<i>Sextonia rubra</i> (Mez) van der Werff	Louro gamela
Lauraceae	<i>Williamodendron spectabilis</i> Kubitski & H. Richt.	Louro gamela
Lauraceae	<i>Ocotea pauciflora</i> (Ness.) Mez	Louro inhamuí
Lauraceae	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meissn.) Taubert ex Mez.	Louro itaúba
Lauraceae	<i>Mezilaurus synandra</i> (Mez.) Kosterm.	Louro itaúba
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	Louro peludo
Lauraceae	<i>Licaria guianensis</i> Aubl.	Louro preto
Lauraceae	<i>Ocotea aciphylla</i> (Ness.) Mez.	Louro preto
Lauraceae	<i>Ocotea minor</i> Vicentini	Louro preto
Lauraceae	<i>Ocotea nigrescens</i> Vicent.	Louro preto
Lauraceae	<i>Ocotea nigrescens</i> Vicentini	Louro preto / Louro-amarelo
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	Louro aritu / Louro preto casca fina
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	Louro preto/Louro preto casca grossa
Lauraceae	<i>Licaria pachycarpa</i> (Meissn.) Kosterm.	Louro preto casca grossa
Lauraceae	<i>Ocotea cinerea</i> van der Werff.	Louro preto cascagrossa
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	Louro preto casca grossa / Louro-aritu
Fabaceae-Faboideae	<i>Platymiscium duckei</i> Huber	Macacaúba
Sapotaceae	<i>Manilkara cavalcantei</i> Pires & W.A. Rodrigues ex T.D. Penn.	Maçaranduba
Sapotaceae	<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Chevalier	Maçaranduba
Sapotaceae	<i>Manilkara</i> sp.	Maçaranduba
Chrysobalanaceae	<i>Licania sprucei</i> (Hook.f.) Fritsch	Macucu
Chrysobalanaceae	<i>Parinari</i> sp.	Macucu
Chrysobalanaceae	<i>Couepia guianensis</i> Aubl. ssp. <i>guianensis</i> (Miq.) Prance	Macucu
Chrysobalanaceae	<i>Licania sothersiae</i> Prance	Macucu
Chrysobalanaceae	<i>Licania</i> sp.	Macucu
Chrysobalanaceae	<i>Licania elata</i> (Pilg.) Pilg. ex L. Williams	Macucu
Chrysobalanaceae	<i>Licania hirsuta</i> Prance	Macucu
Chrysobalanaceae	<i>Licania</i> sp.	Macucu chiador
Chrysobalanaceae	<i>Couepia</i> sp.	Macucu de sangue
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella bicornis</i> Mart. & Zucc.	Macucu farinha seca

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Chrysobalanaceae	<i>Licania heteromorpha</i> Benth. var. heteromorpha	Macucu fofo
Chrysobalanaceae	<i>Licania hispidula</i> Prance	Macucu folha peluda
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella physophora</i> Mart. & Zucc.	Macucu peludo
Chrysobalanaceae	<i>Licania adolphoduckei</i> Prance	Macucu chiador
Chrysobalanaceae	<i>Licania oblongifolia</i> Standl.	Macucu chiador
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella bicornis</i> Mart. & Zucc.	Macucu farinha seca
Chrysobalanaceae	<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	Macucu fofo
Chrysobalanaceae	<i>Licania heteromorpha</i> Benth. var. heteromorpha	Macucu fofo
Melastomataceae	<i>Mouriri</i> sp.	Mamãozinho
Melastomataceae	<i>Mouriri duckeana</i> Morley	Mamãozinho
Melastomataceae	<i>Mouriri angulicosta</i> Morley	Mamãozinho
Melastomataceae	<i>Mouriri duckeanoides</i> Morley	Mamãozinho
Melastomataceae	<i>Mouriri trunciflora</i> Ducke	Mamãozinho
Vochysiaceae	<i>Vochysia</i> sp.	Mandioqueira
Vochysiaceae	<i>Qualea paraensis</i> Ducke	Mandioqueira
Vochysiaceae	<i>Ruizterania albiflora</i> (Warm.) Marcano-Berti.	Mandioqueira
Vochysiaceae	<i>Qualea paraensis</i> Ducke	Mandioqueira
Violaceae	<i>Amphirrhox longifolia</i> (A. St.-Hil.) Spreng.	Mucurão
Violaceae	<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav.	Mucurão
Violaceae	<i>Paypayrola grandiflora</i> Tul.	Mucurão
Violaceae	<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav.	Mucurão
Lecythidaceae	<i>Gustavia elliptica</i> S.A.Mori	Mucurão
Violaceae	<i>Leonia</i> sp.	Mucurão
Anacardiaceae	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	Muiracatiara
Fabaceae-Faboideae	<i>Swartzia cuspidata</i> Spruce ex Benth.	Muirajibóia amarela
Fabaceae-Faboideae	<i>Swartzia</i> sp.	Muirajibóia preta
Fabaceae-Faboideae	<i>Swartzia recurva</i> Poepp.	Muirajibóia amarela
Fabaceae-Faboideae	<i>Swartzia tessmannii</i> Harms	Muirajibóia amarela
Fabaceae-Faboideae	<i>Swartzia tomentifera</i> Harms	Muirajibóia amarela
Fabaceae-Faboideae	<i>Bocoa viridiflora</i> (Ducke) R.S.Cowan	Muirajibóia preta
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Eperua glabriflora</i> (Ducke) R.S.Cowan	Muirapiranga folha grande

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Eperua duckeana</i> R.S.Cowan	Muirapiranga folha miúda
Moraceae	<i>Maquira</i> sp.	Muiratinga
Moraceae	<i>Maquira sclerophylla</i> (Ducke) C.C.Berg	Muiratinga
Moraceae	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr.	Muiratinga
Moraceae	<i>Maquira calophylla</i> (Poepp. & Endl.) C.C.Berg.	Muiratinga
Moraceae	<i>Trymatocaccus amazonicus</i> Poepp. & Endl	Muiratinga
Moraceae	<i>Naucleopsis ulei</i> (Warb.) Ducke	Muiratinga
Moraceae	<i>Sorocea pubivena</i> Hemsl. ssp. <i>hirtella</i> (Mildbr.) C.C.Berg	Muiratinga
Moraceae	<i>Sorocea</i> sp.	Muiratinga
Rubiaceae	<i>Amaioua</i> sp.	Muiraximbé
Rubiaceae	<i>Capirona decorticans</i> Spruce	Mulateiro
Fabaceae-Faboideae	<i>Erythrina glauca</i> Willd.	Mulungu
Malpighiaceae	<i>Byrsonima duckeana</i> W.R.Anderson	Murici
Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i> sp.	Murici
Malpighiaceae	<i>Byrsonima poeppigiana</i> A.Juss.	Murici
Moraceae	<i>Brosimum acunatifolium</i> Huber ssp. <i>interjectum</i> C.C. Berg	Mururé
Malvaceae	<i>Christiana</i> sp.	Mutamba branca
Euphorbiaceae	<i>Pausandra macropetala</i> Ducke	Orelha de burro / Pau Sandra
Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum orinocense</i> (Kunth) Steud.	Pacote
Chrysobalanaceae	<i>Licania laevigata</i> Prance	Pajurá
Chrysobalanaceae	<i>Licania octandra</i> (Hoffmanns ex Roem. & Schult.) Kuntze	Pajurá
Chrysobalanaceae	<i>Licania gracilipes</i> Taub.	Pajurazinho
Chrysobalanaceae	<i>Licania impressa</i> Prance	Pajurazinho
Chrysobalanaceae	<i>Parinari excelsa</i> Sabine	Pajurazinho
Chrysobalanaceae	<i>Licania</i> sp.	Pajurazinho
Chrysobalanaceae	<i>Couepia elata</i> Ducke	Pajurazinho
Moraceae	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Pama
Moraceae	<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier	Pama
Moraceae	<i>Sorocea</i> sp.	Pama caucho
Moraceae	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	Pama ferro

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Moraceae	<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	Pama ferro
Moraceae	<i>Brosimum</i> sp.	Pama ferro / Pama uva
Moraceae	<i>Perebea mollis</i> (Planch. & Endl.) Huber ssp. Mollis	Pama mão de cachorro / Caucho
Moraceae	<i>Sorocea guilleminiana</i> Gaudich.	Pama mole com espinho
Moraceae	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr.	Pama uva / Pama mole
Quiinaceae	<i>Quiina amazonica</i> A.C.Sm.	Papo de mutum
Bignoniaceae	<i>Tabebuia</i> sp.	Pau d'arco
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Pau pombo
Moraceae	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Pau rainha
Moraceae	<i>Brosimum lactescens</i> (S.Moore) C.C.Berg.	Pau rainha
Moraceae	<i>Helicostylis scabra</i> (J.F. Macbr.) C.C. Berg	Pau rainha
Fabaceae-Faboideae	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	Pau sangue / Mututi
Anisophylleaceae	<i>Anisophyllea manausensis</i> Pires & W.A. Rodrigues	Pau canela
Arecaceae	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	Paxiuba
Arecaceae	<i>Iriartella setigera</i> (Mart.) H. Wendl.	Paxiubinha
Myristicaceae	<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	Penca de macaco
Malvaceae	<i>Apeiba</i> sp.	Pente de macaco
Apocynaceae	<i>Ambelania</i> sp.	Pepino da mata
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana heterophylla</i> Vahl	Pepino da mata
Apocynaceae	<i>Ambelania duckei</i> Markgr.	Pepino da mata
Salicaceae	<i>Casearia</i> sp.	Periquiteira
Salicaceae	<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	Periquiteira amarela
Salicaceae	<i>Casearia ulmifolia</i> Vahl. ex Vent.	Piabinha branca
Lacistemataceae	<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J.Bergius) Rusby	Pimenta de nambu
Lacistemataceae	<i>Lacistema polystachyum</i> Schnitzl.	Pimenta de nambu
Lacistemataceae	<i>Lacistema aggregatum</i> (Berg.) Rusby.	Pimenta de nambu
Lacistemataceae	<i>Lacistema grandifolium</i> Schnitzl.	Pimenta de nambu
Lacistemataceae	<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J.Bergius) Rusby	Pimenta de nambu
Chrysobalanaceae	<i>Licania octandra</i> (Horff. ex R. & S.) ssp. <i>pallida</i> (Hook. F.) Prance	Pintadinha
Caryocaraceae	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	Piquiá

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Apocynaceae	<i>Aspidosperma desmanthum</i> Müll. Arg.	Piquiá marfim
Apocynaceae	<i>Aspidosperma spruceanum</i> Müll. Arg.	Piquiá marfim
Caryocaraceae	<i>Caryocar pallydum</i> A.C.Sm.	Piquiarana
Caryocaraceae	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	Piquiarana
Caryocaraceae	<i>Caryocar</i> sp.	Piquiarana
Rutaceae	<i>Metrodorea</i> sp.	Pirarara
Rubiaceae	<i>Isertia hypoleuca</i> Benth.	Pirarucu
Salicaceae	<i>Casearia</i> sp.	Piriquiteira branca
Sapindaceae	<i>Talisia mollis</i> Kunth	Pitomba
Sapindaceae	<i>Toulicia guianensis</i> Aubl.	Pitomba
Meliaceae	<i>Trichilia rubra</i> C.DC.	Pitomba da mata
Sapindaceae	<i>Toulicia</i> sp.	Pitomba da mata
Sapindaceae	<i>Talisia</i> sp.	Pitomba da mata
Sapindaceae	<i>Matayba</i> sp.	Pitomba da mata
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Cynometra bauhiniifolia</i> Benth.	Pororoca
Lauraceae	<i>Aniba canellila</i> (H.B.K.) Mez	Preciosa
Duckeodendraceae	<i>Duckeodendron cestroides</i> Kuhlm.	Pupunharana
Rubiaceae	<i>Amaioua</i> sp.	Puruí
Rubiaceae	<i>Ladenbergia amazonensis</i> Ducke	Puruí
Rubiaceae	<i>Chimarrhis</i> sp.	Puruí
Rubiaceae	<i>Kutchubaea</i> sp.	Puruí
Rubiaceae	<i>Warszewiczia</i> sp.	Puruí
Vochysiaceae	<i>Ruizterania</i> sp.	Quaruba
Vochysiaceae	<i>Qualea</i> sp.	Quaruba
Vochysiaceae	<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	Quaruba
Vochysiaceae	<i>Erisma</i> sp.	Quaruba branca / Pau branco
Vochysiaceae	<i>Vochysia</i> sp.	Quaruba vermelha
Apocynaceae	<i>Geissospermum urceolatum</i> A.H.Gentry	Quina quina
Lecythidaceae	<i>Eschweilera cyathiformis</i> S.A.Mori	Ripeiro
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i> sp.	Ripeiro

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Lecythidaceae	<i>Eschweilera pedicellata</i> (Rich.) S.A.Mori	Ripeiro
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i> sp.	Ripeiro amarelo
Lecythidaceae	<i>Eschweilera atropetiolata</i> S.A.Mori	Ripeiro branco
Lecythidaceae	<i>Eschweilera bracteosa</i> (Poepp. & Endl.) Miers	Ripeiro branco
Lecythidaceae	<i>Eschweilera amazoniciformis</i> S.A.Mori	Ripeiro preto
Lecythidaceae	<i>Eschweilera truncata</i> A.C. Sm.	Ripeiro vermelho
Lecythidaceae	<i>Corythophora alta</i> Knuth	Ripeiro vermelho
Lecythidaceae	<i>Eschweilera micrantha</i> (Berg.) Miers	Ripeiro vermelho
Lecythidaceae	<i>Eschweilera romeu-cardosoi</i> S.A.Mori	Ripeiro vermelho
Lecythidaceae	<i>Eschweilera rankini</i> S.A.	Ripeiro branco
Lecythidaceae	<i>Eschweilera rhododendrifolia</i> (Knuth) A.C.Sm.	Ripeiro branco
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i> sp.	Ripeiro branco
Lecythidaceae	<i>Corythophora ramosa</i> W.A.Rodrigues ssp. <i>Ramosa</i>	Ripeiro vermelho
Lecythidaceae	<i>Eschweilera pseudodecolorans</i> S.A.Mori	Ripeiro vermelho
Lecythidaceae	<i>Eschweilera tessmannii</i> R. Knuth	Ripeiro vermelho
Sapotaceae	<i>Micropholis guyanensis</i> (A.DC.) Pierre ssp. <i>guyanensis</i>	Rosada
Sapotaceae	<i>Micropholis guyanensis</i> (A.DC.) Pierre ssp. <i>duckeana</i> (Baehni) T.D.Penn.	Rosada brava
Sapotaceae	<i>Micropholis cylindricarpa</i> (Poepp.) Pierre	Rosadinha
Sapotaceae	<i>Micropholis</i> sp.	Rosadinha
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Macrolobium suaveolens</i> Spruce ex Benth.	Roxinho
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Peltogyne catinae</i> Ducke	Roxinho
Malvaceae	<i>Bombacopsis macrocalyx</i> (Ducke) Robyns	Samaúma
Malvaceae	<i>Bombacopsis nervosa</i> (Vitt.) Robyns	Samaúma
Fabaceae-Faboideae	<i>Pterocarpus officinalis</i> Jacq.	Sangue de dragão / Mututi
Clusiaceae	<i>Dystovomita brasiliensis</i> D'Arcy	Sapateiro
Clusiaceae	<i>Tovomita caloneura</i> A.C.Sm.	Sapateiro
Clusiaceae	<i>Dystovomita brasiliensis</i> D'Arcy	Sapateiro
Clusiaceae	<i>Tovomita gracilis</i> Hieron	Sapateiro
Clusiaceae	<i>Tovomita</i> sp.	Sapateiro
Clusiaceae	<i>Tovomita gracilipes</i> Planch. & Triana	Sapateiro

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Euphorbiaceae	<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.	Seringa barriguda
Euphorbiaceae	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	Seringa verdadeira
Euphorbiaceae	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	Seringa vermelha
Euphorbiaceae	<i>Senefeldera macrophylla</i> Ducke	Seringarana
Euphorbiaceae	<i>Micrandra siphonioides</i> Benth.	Seringarana
Apocynaceae	<i>Couma guianensis</i> Aubl.	Sorva
Apocynaceae	<i>Couma</i> sp.	Sorva
Apocynaceae	<i>Ambelania duckei</i> Markgr.	Sorva
Apocynaceae	<i>Couma utilis</i> (Mart.) Müll. Arg.	Sorva da mata
Apocynaceae	<i>Couma</i> sp.	Sorvão
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana muricata</i> (Miers) Markgr.	Sorvinha
Apocynaceae	<i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce) Woodson	Súcuba
Fabaceae-Faboideae	<i>Hymenolobium heterocarpum</i> Ducke	Sucupira
Fabaceae-Faboideae	<i>Swartzia</i> sp.	Sucupira
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Abarema</i> sp.	Sucupira
Fabaceae-Faboideae	<i>Diplotropsis</i> sp.	Sucupira amarela
Fabaceae-Faboideae	<i>Vatairea paraensis</i> Ducke	Sucupira amarela
Fabaceae-Faboideae	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	Sucupira amarela
Fabaceae-Faboideae	<i>Diplotropsis triloba</i> Gleason	Sucupira chorona
Fabaceae-Faboideae	<i>Andira unifoliolata</i> Ducke	Sucupira preta
Fabaceae-Faboideae	<i>Andira micrantha</i> Ducke	Sucupira chorona / Coração de negro
Fabaceae-Faboideae	<i>Swartzia</i> sp.	Sucupira preta
Fabaceae-Faboideae	<i>Andira unifoliolata</i> Ducke	Sucupira vermelha
Apocynaceae	<i>Himatanthus</i> sp.	Sucuúba
Euphorbiaceae	<i>Conceveiba guianensis</i> Aubl.	Supiá
Euphorbiaceae	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Supiarana
Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i> sp.	Supiarana
Euphorbiaceae	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Tabaco bravo
Rubiaceae	<i>Coussarea ampla</i> Müll.Arg.	Taboquinha
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Sclerolobium melanocarpum</i> Ducke	Tachi

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Sclerolobium guianense</i> Benth.	Tachi
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Sclerolobium setiferum</i> Ducke	Tachi
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Tachigali</i> sp.	Tachi preto
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Tachigali venusta</i> Dwyer	Tachi preto
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Tachigali</i> sp.	Tachi vermelho
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Sclerolobium</i> sp.	Tachi vermelho
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Sclerolobium melanocarpum</i> Ducke	Tachi vermelho
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Sclerolobium setiferum</i> Ducke	Tachi vermelho
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Tachigali myrmecophila</i> Ducke	Tachi vermelho
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Sclerolobium guianense</i> Benth.	Tachi vermelho
Combretaceae	<i>Buchenavia</i> sp.	Tanimbuca
Combretaceae	<i>Buchenavia parvifolia</i> Ducke	Tanimbuca
Combretaceae	<i>Buchenavia grandis</i> Ducke	Tanimbuca
Combretaceae	<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	Tanimbuca
Combretaceae	<i>Buchenavia parvifolia</i> Ducke	Tanimbuca cinzeiro
Combretaceae	<i>Buchenavia</i> sp.	Tanimbuca / Mirindiba preta
Combretaceae	<i>Buchenavia grandis</i> Ducke	Tanimbuca cinzeiro
Dichapetalaceae	<i>Tapura amazonica</i> Poepp. & Endl.	Tapura
Dichapetalaceae	<i>Tapura guianensis</i> Aubl.	Tapura
Euphorbiaceae	<i>Mabea</i> sp.	Taquari
Euphorbiaceae	<i>Mabea piriri</i> Aubl.	Taquari branco
Euphorbiaceae	<i>Mabea speciosa</i> Müll.Arg.	Taquari vermelho
Euphorbiaceae	<i>Mabea angularis</i> G. den Hollander	Taquari branco
Euphorbiaceae	<i>Mabea piriri</i> Aubl.	Taquari branco
Lamiaceae	<i>Vitex triflora</i> Vahl	Tarumã
Lecythydaceae	<i>Couratari stellata</i> A.C.Sm.	Tauari
Lecythydaceae	<i>Cariniana micrantha</i> Ducke	Tauari
Lecythydaceae	<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	Tauari
Lecythydaceae	<i>Eschweilera rankini</i> S.A. Mori.	Tauari
Lecythydaceae	<i>Couratari</i> sp.	Tauari flor rosa
Lecythydaceae	<i>Cariniana micrantha</i> Ducke	Tauari rosa

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Lecythidaceae	<i>Couratari stellata</i> A.C.Sm.	Tauari branco
Lecythidaceae	<i>Cariniana decandra</i> Ducke	Tauari vermelho
Fabaceae-Faboideae	<i>Ormosia grossa</i> Rudd	Tento
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Torém
Urticaceae	<i>Pourouma tomentosa</i> Mart. ex Miq. ssp. <i>essequiboensis</i> (Standl.) C.C.Berg. & Heusden	Torém
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i> (Pierre) Baehni ssp. <i>spurium</i> (Ducke) T.D. Penn.	Ucuquirana
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum</i> sp.	Ucuquirana
Myristicaceae	<i>Iryanthera laevis</i> Markgr.	Ucuúba
Myristicaceae	<i>Iryanthera</i> sp.	Ucuúba
Myristicaceae	<i>Viola multcostata</i> Ducke	Ucuúba
Myristicaceae	<i>Viola pavonis</i> (A.DC.) A.C.Sm.	Ucuúba
Myristicaceae	<i>Viola michelii</i> Heckel	Ucuúba branca
Myristicaceae	<i>Viola pavonis</i> (A.DC.) A.C.Sm.	Ucuúba branca
Myristicaceae	<i>Viola</i> sp.	Ucuúba branca
Myristicaceae	<i>Iryanthera</i> sp.	Ucuúba cauliflora
Myristicaceae	<i>Viola mollissima</i> Warb.	Ucuúba farinha seca
Myristicaceae	<i>Viola calophylla</i> Warb. var. <i>calophylla</i>	Ucuúba folha peluda
Myristicaceae	<i>Viola</i> sp.	Ucuúba preta
Myristicaceae	<i>Viola caducifolia</i> W.A.Rodrigues	Ucuúba preta
Myristicaceae	<i>Iryanthera sagotiana</i> (Benth.) Warb.	Ucuúba preta
Myristicaceae	<i>Viola michelii</i> Heckel	Ucuúba preta
Myristicaceae	<i>Iryanthera elliptica</i> Ducke	Ucuúba puna
Myristicaceae	<i>Iryanthera lancifolia</i> Ducke	Ucuúba puna
Myristicaceae	<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	Ucuúba puna
Myristicaceae	<i>Viola calophylla</i> Warb. var. <i>calophylloidea</i> (Markg.) W.A.Rodrigues	Ucuúba vermelha
Myristicaceae	<i>Viola mollissima</i> Warb.	Ucuúba vermelha
Myristicaceae	<i>Iryanthera lancifolia</i> Ducke	Ucuúba vermelha
Myristicaceae	<i>Viola pavonis</i> (A.DC.) A.C.Sm.	Ucuúba branca

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Myristicaceae	<i>Virola calophylla</i> Warb. var. <i>calophylla</i>	Ucuúba folha peluda
Myristicaceae	<i>Virola guggenheimii</i> W.A.Rodrigues	Ucuúba preta
Myristicaceae	<i>Virola theiodora</i> Warb.	Ucuúba puna
Myristicaceae	<i>Iryanthera laevis</i> Markgr.	Ucuúba puna
Myristicaceae	<i>Iryanthera lancifolia</i> Ducke	Ucuúba puna / Arurá vermelho
Myristicaceae	<i>Virola</i> sp.	Ucuúba vermelha
Myristicaceae	<i>Virola multicostata</i> Ducke	Ucuúba vermelha
Bixaceae	<i>Bixa arborea</i> Huber	Urucum bravo
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea pubescens</i> Radlk.	Urucurana
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea excelsa</i> Ducke	Urucurana
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea floribunda</i> Spruce ex Benth.	Urucurana
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea nitida</i> G.Don f.	Urucurana
Euphorbiaceae	<i>Conceveiba martiana</i> Baill.	Urucurana
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea schomburgkii</i> Bent.	Urucurana cacau
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea excelsa</i> Ducke	Urucurana cacau
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea echinocarpa</i> Uittien	Urucurana cacau
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i> sp.	Urucurana cacau
Malvaceae	<i>Lueheopsis rosea</i> (Ducke) Burret	Urucurana cacau
Malvaceae	<i>Apeiba</i> sp.	Urucurana pente de macaco
Humiriaceae	<i>Vantanea guianensis</i> (Aubl.) Ducke	Uxi
Humiriaceae	<i>Vantanea</i> sp.	Uxi
Humiriaceae	<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	Uxi amarelo
Humiriaceae	<i>Vantanea micrantha</i> Ducke	Uxi preto
Humiriaceae	<i>Vantanea macrocarpa</i> Ducke	Uxi preto
Humiriaceae	<i>Duckesia verrucosa</i> (Ducke) Cuatrec.	Uxi coroa
Humiriaceae	<i>Sacoglottis guianensis</i> Benth.	Uxirana
Humiriaceae	<i>Vantanea parviflora</i> Lam.	Uxirana
Chrysobalanaceae	<i>Couepia guianensis</i> Aubl.	Uxirana
Humiriaceae	<i>Sacoglottis guianensis</i> Benth.	Uxirana
Humiriaceae	<i>Sacoglottis matogrossensis</i> Malme var. <i>subintegra</i> (Ducke) Cuatrec.	Uxirana

CONT. APÊNDICE N – Lista oficial de espécies identificadas em todos os sítios estudados no Estado do Amazonas

Família	Espécie	Nome vulgar
Humiriaceae	<i>Vantanea parviflora</i> Lam.	Uxirana
Euphorbiaceae	<i>Drypetes</i> sp.	Vassoreiro
Salicaceae	<i>Casearia ulmifolia</i> Vahl. ex Vent.	Vela branca
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Macrobium</i> sp.	Violeta
Myristicaceae	<i>Virola theiodora</i> Warb.	Virola
Myristicaceae	<i>Virola</i> sp.	Virola
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Walp.	Visgueiro