

**Inventário Florestal da Floresta Nacional de Pau-rosa (Maués)
– foz do Paraconi**

**Responsável: Laboratório de Manejo Florestal
PRONEX Manejo Florestal Sustentável na Amazônia
FAPEAM e CNPq**

**Manaus – AM
2009**

EQUIPE DE TRABALHO

Planejamento e coordenação:

1. Niro Higuchi (INPA-LMF)
2. Maria Inês Gasparetto Higuchi (INPA-LAPSEA)
3. Adriano José Nogueira Lima (INPA-LMF)
4. Ana Paula Oliveira Mendes (ICMBio)
5. Huellinton Ferreira (ICMBio)
6. Pedro Mourão de Oliveira (ICMBio)

Coleta de dados:

1. Adriano José Nogueira Lima, Eng Florestal, MSc Manejo Florestal
2. Armando Nunes Colares, mateiro
3. Carlos Henrique Celes, Eng Florestal, Mestrando Manejo Florestal
4. Carlos Henrique Ferreira Santos, Psicólogo, MSc Educação Ambiental
5. Cecília Pires Isaac Borges, Eng Florestal, Mestranda Manejo Florestal
6. Daniel Magnabosco Marra, Eng Florestal, Mestrando Manejo Florestal
7. Fabiana Rocha Pinto, Eng Florestal, MSc Manejo Florestal
8. Farcilson Magalhães de Araújo, Auxiliar de campo
9. Francinilton Rodrigues de Araújo, Mateiro
10. Francisco Gasparetto Higuchi, Eng Florestal, MSc Manejo Florestal
11. Francisco Quintiliano Reis, Mateiro
12. Gabriel Damasco do Vale, Eng Florestal, Mestrando Manejo Florestal
13. Gabriel Henrique Pires de Mello Ribeiro, Eng Florestal, Mestrando Manejo Florestal
14. Geraldo Alves da Mota, Auxiliar de campo
15. Igor José Theodorovitz, Geógrafo, MSc Educação Ambiental
16. Janaína de Almeida Rocha, Eng Florestal, Mestranda Manejo Florestal
17. José Maria Bezerra da Paz, Auxiliar de campo
18. José Maria da Graça Quintanilha Jr., Cozinheiro
19. Manuel Natividade Taveira, Cozinheiro
20. Maria de Nazaré de Lima Ribeiro, Turismóloga, MSc Educação Ambiental
21. Maria Inês Gasparetto Higuchi, Psicóloga, Dra. Antropologia Social
22. Milena Marmentini de Oliveira, Eng Florestal, Mestranda Manejo Florestal
23. Niro Higuchi, Eng Florestal, Dr. Manejo Florestal
24. Paulo Jorge Queiroz de Lacerda, Auxiliar de campo
25. Raquel Álvares Leão, Eng Florestal
26. Sebastião Melo do Nascimento, Auxiliar de campo
27. Wanderley de Lima Reis, Auxiliar de campo

Relatório Final:

1. Adriano José Nogueira Lima
2. Francisco Gasparetto Higuchi
3. Maria de Nazaré de Lima Ribeiro
4. Niro Higuchi
5. Maria Inês Gasparetto Higuchi

APRESENTAÇÃO

Este relatório apresenta os resultados do trabalho de inventário florestal realizado durante o período de 8 de fevereiro a 8 de março de 2009, em parte da Floresta Nacional (Flona) de Pau-rosa. Este trabalho cobriu a foz do Paraconi, justamente, onde está concentrada a maior parte das comunidades da Flona. O inventário florestal executado pelo Laboratório de Manejo Florestal (LMF) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) é uma peça importante do sistema de inventário florestal contínuo. Além disso, o inventário florestal envolveu ainda o levantamento sócio-ambiental das comunidades da Flona e de seu entorno e outros como: madeira viva em pé, da necromassa ou madeira caída, florístico e solos. Foram estimados os estoques de volume e de carbono da floresta inventariada. Do levantamento da madeira caída, além da estimativa da necromassa, há dois produtos extras: dados de volume real para o desenvolvimento de equações de volume e a estimativa da altura dominante para corrigir as equações de carbono desenvolvidas na região de Manaus.

O relatório sócio-ambiental¹ foi montado separadamente e já foi encaminhado ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). No corpo principal deste relatório de inventário florestal serão apresentados: (i) Resumo Executivo com resultados relevantes de cada levantamento e (ii) Introdução Geral incluindo justificativas, objetivos e material & métodos do inventário florestal. Os demais relatórios são apresentados como anexos ao presente relatório final.

Anexo 1 – Inventário florestal da árvore viva: estimativas por hectare de número de árvores, área basal, volume de madeira, biomassa e carbono da parte aérea e biomassa e carbono total (parte aérea + raízes grossas).

Anexo 2 – Análise estrutural: índice de valor de importância e composição florística.

Anexo 3 – Inventário da madeira caída: estoque de madeira caída, estimativa da necromassa, equação de volume local, altura dominante.

Anexo 4 – Solos: física e química.

¹ Higuchi, M.I.G., Ribeiro, M.N.L., Santos, C.H.F. e Theodorovitz, I.J. 2009. Vida social das comunidades da Flona de Pau Rosa e do Entorno, Maués – AM – Relatório Final 156p.

RESUMO EXECUTIVO

A Floresta Nacional (Flona) de Pau Rosa é uma unidade de conservação (UC) federal, onde podem ser desenvolvidos projetos de uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e de pesquisa científica. Foi criada em 2001 e localiza-se no município de Maués, Amazonas, abrangendo uma área de 827.877 hectares. A demanda do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) ao laboratório de manejo florestal (LMF) foi realizada com o intuito de dar o primeiro passo para a elaboração do plano de manejo desta UC. Desde a criação da Flona, a excursão do INPA foi uma das primeiras presenças do Estado nesta unidade de conservação. Desta forma, a Flona de Pau Rosa (ou parte dela) passa a integrar o sistema de inventário florestal contínuo do Amazonas, coordenado pelo LMF e financiado pela FAPEAM e CNPq. Este sistema é baseado no modelo de repetição parcial, que envolve parcelas permanentes e temporárias.

O trabalho de inventário florestal foi executado pelos laboratórios de Manejo Florestal (LMF) e de Psicologia e Educação Ambiental (Lapsea), ambos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Este trabalho foi demandado pelo ICMBio de Manaus. Nesta primeira excursão, a coleta de dados foi realizada em, aproximadamente, 10% da Flona. A coleta cobriu a área da foz do Paraconi, às margens do Rio Urariá, até a Comunidade Santa Maria do Caiaué. Esta área é onde está concentrada a maior parte das comunidades ribeirinhas dentro da Flona e no seu entorno. A segunda e última coleta está programada ainda para 2009 e deve cobrir a área restante da Flona; parte será acessada via fluvial e outra por helicóptero. Dessa vez, a equipe do sócio-ambiental não participará da excursão.

Policiais federais descobriram dez plantações de maconha em terras da União localizadas entre os municípios de Autazes e Maués, no leste do Amazonas. Segundo o delegado Sérgio Fontes, para plantar a droga os traficantes desmataram ilegalmente 22.700 m². No local, entre sábado e ontem (23/08/05), uma equipe de 30 agentes federais destruiu, ateando fogo, 35 mil pés de maconha (com média de 1,70 m de altura) e 38 mil mudas (de 5 centímetros). Os trabalhos fazem parte da operação Paraconi 2, de combate à produção de maconha. Em 2001, a Operação Paraconi 1 destruiu 641 mil pés de maconha na mesma região e prendeu dois traficantes. Sérgio Fontes afirmou que os desmatamentos provocados pelas plantações de maconha são preocupantes. As clareiras abertas no meio da selva estão a pelo menos 80 km dos rios Paraconi e Abacaxis em região de difícil acesso para dificultar a ação da polícia. As plantações estão distantes também uma das outras. Garimpeiros que exploram ouro na região (grifo dos autores do relatório) e pescadores são aliciados para trabalhar nos cultivos. "Os traficantes abrem as clareiras, fazem o plantio e colhem, depois vão plantar em outro lugar, devastando novas áreas em terras da União", disse o delegado, destacando que a maconha cultivada é de baixa qualidade, mas é responsável por 80% do abastecimento nas capitais Manaus (AM), Belém (PA) e Boa Vista (RR).

Esta matéria foi publicada na Folha online do dia 24/08/2005 e pode ser baixada pelo seguinte link

<http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u112309.shtml>

que, por sua vez, motivou dois requerimentos da Deputada Federal Vanessa Grazziotin no dia 25/04/06: (i) a solicitação de informação ao Ministro de Desenvolvimento Agrário sobre as denúncias de cultivo de drogas em terras da União, no município de Maués, estado do Amazonas e (ii) requerimento ao Ministro da Justiça, requerendo providências urgentes para combater de cultivo de drogas em terras da União, no município de Maués, estado do Amazonas.

Parece óbvio que as terras da União envolvidas nestas operações da Polícia Federal são as da Flona de Pau Rosa. No entanto, aparentemente, não há relação entre comunitários e traficantes. Ressalte-se também que essas comunidades foram estabelecidas bem antes da criação da Flona. Para a maioria dos comunitários, a própria palavra “Flona” é muito abstrata e não há sequer uma placa que indique que a área pertença à União. É urgente a aprovação de um plano de manejo desta unidade de conservação. No entanto, enquanto se espera pelo plano de manejo, o ICMBio deve se fazer presente na Flona, com mais frequência, apoiando levantamentos técnicos e ocupando o seu espaço devido. A ausência do Estado, em uma área com grande potencial para ações ilícitas, pode trazer conseqüências indesejáveis e irreversíveis para o País.

A área inventariada tem comunidades, relativamente, bem organizadas dentro e no entorno da Flona. Há, aproximadamente, 1.200 moradores sendo 36% do entorno e 64% de dentro da Flona. As principais atividades econômicas das comunidades da Flona e do entorno estão relacionadas com guaraná, castanha-do-brasil, frutas e farinha de mandioca. A madeira aparece como uma atividade de grau médio de renda em quatro das quinze comunidades entrevistadas. A situação do peixe é pior do que a da madeira, que aparece apenas em uma comunidade com grau médio. Em várias comunidades há telefones públicos, escolas comunitárias e sistema de socorro em caso de acidentes. Dentro e no entorno da Flona há registros de plantações de pau-rosa e produção e comercialização de mudas desta espécie.

O trabalho de campo envolveu a instalação e medição de 81 (oitenta e uma) parcelas de 20 x 125 m cada sendo 57 temporárias e 24 permanentes. Ao acrescentar estas novas parcelas ao banco de dados de inventário florestal contínuo (IFC)² do LMF, este banco passa a ter 1021 parcelas, todas coletadas utilizando o mesmo método. É importante enfatizar que todas parcelas

² IFC do LMF = Projeto Chichuá - iniciado em 2004 com apoio da FAPEAM tentando cobrir o Estado do Amazonas. Neste momento, faltam cobrir as regiões de Atalaia do Norte e São Gabriel da Cachoeira.

temporárias são passíveis de remedições numa segunda ocasião porque estão geo-referenciadas. Os resultados deste inventário dão uma boa idéia da estrutura da floresta, dos solos e dos estoques de volume comercial, de madeira caída e de carbono florestal. Todos estes resultados foram produzidos com limites de erros inferiores a 5% (no Brasil, o limite de erro tolerável em inventários florestais é igual a 10%).

Os 10% da Flona, que equivalem a, aproximadamente, 80 mil hectares de floresta, indicam que a área inventariada tem potencial para o aproveitamento dos recursos florestais. Num primeiro momento, podem-se combinar dois projetos: um de manejo das árvores caídas e outro de carbono sob a modalidade REDD. Outros projetos voltados a busca de alternativas econômicas devem emergir durante a elaboração do plano de manejo da UC. De qualquer modo, qualquer que seja o projeto, as remunerações advindas desses projetos devem ser investidas em melhorias na qualidade de vida dos comunitários e na ampliação de estudos básicos sobre a floresta e suas interações.

Estrutura da floresta inventariada:

A castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa* Humboldt & Bonpland) domina a paisagem pelo porte e pela beleza peculiar do conjunto copa e tronco. Igualmente importante e dominante é o matá-matá amarelo (*Eschweilera* sp.), também da família Lecythidaceae. O matá-matá amarelo ocorre em todo o Estado do Amazonas e está sempre entre as dez espécies mais importantes do inventário, mas não é aproveitada pelas indústrias madeireiras da região. A nossa expectativa é que teremos manejo sustentável pleno quando esta espécie for aproveitada comercialmente. Três espécies contidas na lista de espécies comerciais da empresa Mil Madeireira fazem parte do grupo das dez espécies mais importantes da Flona, que são: breu vermelho (*Protium* sp.), louro preto (*Ocotea* sp.) e ucuuba punã (*Iryanthera juruensis* Warb.).

No total, foram coletadas 265 espécies distribuídas em 104 gêneros e 43 famílias botânicas. Das 265 espécies amostradas, 33 ainda não tiveram identificação confirmada. Na família Sapotaceae, uma das famílias mais ricas do inventário, cinco pertencem ao gênero *Pouteria*, quatro ao gênero *Micropholis* e três espécies ao gênero *Chrysophyllum*. Todas as espécies da família Burseraceae são do gênero *Protium*, que apresentou 10 espécies e é o gênero mais rico dentre todos os amostrados. *Myrcia* e *Aniba* apresentaram quatro espécies cada uma e *Duguetia*, *Guatteria*, *Licania*, *Ocotea*, *Psychotria* e *Xylopia* seguem com três espécies cada uma. *Eschweilera* e *Miconia*, apesar de não comporem as famílias mais ricas, se enquadram dentre os gêneros com maior riqueza florística (6 e 5 espécies, respectivamente).

A distribuição diamétrica da área inventariada é de “J” invertido, ou seja, a maioria dos indivíduos se encontra nas classes diamétricas inferiores e diminui conforme aumenta o diâmetro. Esta distribuição é típica de florestas primárias da Amazônia.

Solos:

Os solos da Flona podem ser classificados como Latossolos vermelho-amarelo, com variação de relevo que varia de ondulado a suavemente ondulado, alcançando variação de no máximo 20 m. O pH analisado apresentou valores médios de 3,22 para o $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ e de 3,85 para pH_{KCl} . A soma de bases obteve média de 150,39 e a capacidade de troca catiônica efetiva - CTCe - ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) de 265,09. Esses resultados indicam que os solos da Flona são ácidos e de baixo teor de nutrientes disponíveis. Porém, a quantidade de matéria orgânica existente nos solos da Flona apresentou valor médio de $45,60 \text{ g kg}^{-1}$, um valor relativamente alto, o que poderia influenciar a quantidade de nutrientes absorvidos pela planta. Outra característica dos solos da Flona é a baixa taxa de decomposição e pouca mobilidade dos nutrientes no solo.

Volume de madeira:

De acordo com a legislação atual, no que dispõe a exploração florestal na Amazônia, apenas 100 indivíduos ou 7% do total possuem um DAP mínimo permitido para corte. O volume passível de exploração na Flona de Pau Rosa (DAP $\geq 50 \text{ cm}$) foi estimado em $30,86 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \pm 8,58$ (IC 95%). Utilizando a estimativa mínima provável ($30,86 - 8,58 = 22,28$) e extrapolando para os 10% da Flona (~ 80.000 hectares), o volume total da área inventariada é de, aproximadamente, 1,7 milhão de m^3 de madeira em tora. Este estoque é suficiente para abastecer uma serraria do porte da Mil Madeireira durante 35 anos.

Como foi detectado que as comunidades da Flona ainda não desenvolveram cultura florestal, melhor seria não introduzir a exploração florestal, de imediato, como alternativa econômica do plano de manejo da unidade. A alternativa seria o aproveitamento da madeira caída enquanto desenvolve-se a cultura florestal. O volume médio de madeira caída é de $7,56 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \pm 5,38$ (IC 95%). Utilizando a estimativa mínima provável ($7,56 - 5,38 = 2,18$) e extrapolando para os 10% da Flona (~ 80.000 hectares), o volume total da área inventariada é de, aproximadamente, 170 mil m^3 de madeira em tora. A madeira caída poderia ser utilizada por meio da marchetaria para produção de móveis e de pequenos objetos de madeira. O Laboratório de Engenharia de Artefatos de Madeira do INPA tem condições de treinar comunitários para produção de artefatos de madeira para comercialização, num curto espaço de tempo (3 meses).

O volume de madeira foi estimado utilizando a equação de simples entrada (DAP como variável independente) desenvolvida na própria área inventariada. O modelo escolhido para estimar o volume individual de cada árvore foi o logarítmico com $r^2 = 0,95$ e $s_{y,x}(\%) = 4,1$.

Carbono da floresta:

A estimativa do carbono total (acima do nível do solo + raízes grossas) da área inventariada foi de $177,1 \text{ t C.ha}^{-1} \pm 7,8$ (IC 95%) ou $649,2 \text{ t CO}_2 \pm 28,6$ (IC 95%). Utilizando a estimativa mínima provável ($649,2 - 28,6 = 620,6$) e extrapolando para os 10% da Flona (~80.000 hectares), o carbono total da área inventariada é de, aproximadamente, 50 milhões de t CO₂. Segundo Higuchi et al. (2009)³, a emissão anual de CO₂ da cidade de Manaus considerando apenas a fonte combustível fóssil é de, aproximadamente, 3,7 milhões de t CO₂. Então, o estoque de carbono dos 10% da Flona poderia neutralizar, sob um projeto do tipo REDD, as emissões de Manaus durante 13 anos.

O nosso inventário foi realizado tendo também como objetivo a elaboração de projetos de carbono do tipo REDD (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal em Países em Desenvolvimento). Temos as estimativas de biomassa e carbono, separadamente, acima do solo, de raízes grossas e da necromassa, de acordo com as orientações do Guia do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima). Somando-se as informações contidas no relatório sócio-ambiental do LAPSEA e as dos levantamentos da flora e de solos, as questões sobre adicionalidade, vazamento e linha de base poderão ser equacionadas e o projeto REDD poderá emergir.

A quantidade de carbono em árvores individuais foi estimada utilizando a equação de simples entrada desenvolvida por Silva (2007) para a região de Manaus. Esta equação foi corrigida com base na razão entre as alturas dominantes dos dois sítios (Manaus e Flona de Pau Rosa). A altura dominante da área inventariada foi estimada em 30,2 m, que significa 5,6% maior do que a do sítio onde a equação foi desenvolvida (ZF-2, Manaus, altura dominante = 28,6 m).

³ 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.

Inventário Florestal da Floresta Nacional de Pau-rosa (Maués) – foz do Paraconi

1. Introdução geral:

O Artigo 225 da Constituição Federal de 1988, em seu parágrafo 4º, declara que a floresta amazônica é “patrimônio nacional” e “a sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais”. Esta declaração ratifica o Artigo 1º do Código Florestal (Lei nº 4771 de 15/09/65), que define a cobertura florestal como sendo um “bem de interesse comum”. No Estado do Amazonas, o manejo das florestas primárias está inserido no Programa Zona Franca Verde, que é um programa de interiorização do desenvolvimento com enfoque social, econômico e ambiental, visando a geração de emprego e renda e a conservação da natureza. Além disso, há inúmeras unidades de conservação na Amazônia, que totalizam 53 milhões de hectares, dos quais, 25 milhões são destinados a uso sustentável na forma de reservas extrativistas e florestas nacionais. Estas unidades de conservação de uso sustentável requerem planos de manejo para o aproveitamento de seus recursos florestais.

Apesar de tantos documentos obrigatórios e de certa forma, muita vontade política para conservar a Amazônia, a floresta continua desaparecendo. Nos anos de 2008 e 2009 houve uma expressiva queda na taxa de desmatamento, mas, em termos absolutos, a Amazônia já perdeu quase 70 milhões de hectares de florestas primárias. De um lado, toda esta área desmatada não transformou a Amazônia em uma região rica e desenvolvida e nem a transformou em celeiro do mundo. De outro, junto com o desmatamento se foi grande parte da biodiversidade e vem desempenhando papel importante no processo de aumento de gases de efeito estufa na atmosfera. Proteger a floresta amazônica significa resolver o principal problema brasileiro quanto à emissão de gases de efeito estufa protegendo, ao mesmo tempo, a verdadeira riqueza da Amazônia que é a biodiversidade. O manejo florestal pode ser uma boa estratégia para segurar a floresta viva em pé.

Hoje, a grande novidade na área florestal é a modalidade de comercialização de carbono conhecido como REDD (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal em Países em Desenvolvimento). Esta modalidade pode agregar valores ao processo de desenvolvimento de estratégias de conservação da floresta amazônica. O REDD foi introduzido pela ONG Coalizão para os Países com Florestas Tropicais Úmidas (Coalition for Rainforest Nations, CfRN, em inglês) como Redução de Emissões por Desmatamento em Países em Desenvolvimento ou **Reducing the Emissions from Deforestation in Developing**

Countries. Durante a Conferência das Partes (COP, em inglês) de número 11 de 2005, em Montreal, Papua Nova Guiné e Costa Rica propuseram a inclusão do REDD ao Protocolo de Quioto. Durante as COPs subseqüentes, 12 (Nairobi, Quênia, 2006), 13 (Bali, Indonésia, 2007) e 14 (Poznan, Polônia, 2008), as duas Partes propuseram novamente o REDD para o período pós-Quioto (a partir de 2013). Nas quatro ocasiões, a proposta de inclusão do REDD ao Protocolo de Quioto foi recusada.

Em 2007, entretanto, o relatório do grupo de trabalho de “mitigação” do 4º Relatório de Avaliação do IPCC (AR4 em inglês, que acabou ganhando o Prêmio Nobel da Paz de 2007) apontou que “no curto prazo, os benefícios da mitigação do carbono por meio do desmatamento evitado são maiores do que os benefícios produzidos por reflorestamento e florestamento”. Em 2008, a ONU criou o programa REDD (UN-REDD Programme), mantendo a sigla REDD apenas acrescentando “forest degradation”; hoje REDD significa Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal em Países em Desenvolvimento. Com esta medida, as florestas primárias e, em particular, a floresta amazônica voltaram a desempenhar papel importante no debate sobre neutralização e mitigação. Sendo assim, o carbono da floresta pode ser utilizado para agregar valor ao manejo florestal na Amazônia.

Na metade do curso de engenharia florestal aprende-se que o planejamento da utilização dos recursos florestais começa com o inventário florestal. O inventário, por sua vez, está centrado no custo e precisão. No Brasil, o custo é, geralmente, pré-fixado. O setor florestal brasileiro tem adotado um limite de erro igual a 10%. Isto significa que o erro padrão estimado de um inventário não pode ultrapassar a 10% da média estimada. Este mesmo erro quando multiplicado pelo número de desvios padrões da média (valor *t* ou *z*) vai compor o intervalo de confiança e, no jargão de mudanças climáticas, é a incerteza da estimativa da média.

O conceito de inventário florestal na Amazônia tem que, em primeiro lugar, atender os preceitos legais. Da mesma forma, o conceito tem que estar compatível com a importância da sua cobertura florestal e a sua estreita relação com a atmosfera. Além de seu papel fundamental na proteção de outras formas de vida, a floresta amazônica é, finalmente, reconhecida como importante reguladora do regime de chuvas de outras regiões do Brasil (Clement e Higuchi, 2006). Por último, não se pode perder de vista que a floresta do Amazonas tem, no mínimo, 1.500 anos de idade (Chambers *et al.*, 1998).

O inventário florestal convencional terá dificuldades para atender as demandas legais e as metas dos programas relacionados com mudanças climáticas. Em geral, os inventários convencionais realizados na Amazônia têm-se

voltado, principalmente, para estimativas de volume para estudos de viabilidade técnica e econômica de planos de manejo florestal em terras privadas. Neste caso, são inventariados apenas os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual 25 cm (na maioria das vezes, maior do que 45 cm). Em geral, as equações de volume são inadequadas e a identificação das espécies florestais é precária.

Para compatibilizar as demandas atuais por informações sobre estoques de madeira ou de carbono da floresta amazônica, não é preciso criar nenhum novo conceito de inventário florestal, basta consultar alguns livros textos como Husch (1971), Loetsch et al. (1973), Péllico Netto e Brena (1997), Scolforo e Mello (2006) e Sanquetta *et al.* (2006). Na coleta de dados, os inventários devem contar com equipes bem treinadas (em identificação botânica das espécies, inclusive), equações confiáveis de volume e de carbono, imagens e mapas da vegetação. Os métodos, enfim, devem conciliar precisão e custos.

Cochran (1977) e Freese (1962) apresentam uma revisão compreensiva dos sistemas de amostragem que podem ser aplicados em inventários florestais. Higuchi (1986-87) concluiu que para a região de Manaus, a amostragem sistemática é mais conveniente do que a aleatória. Também para a região de Manaus, há várias equações de volume (Fernandes *et al.*, 1984 e Higuchi e Ramm, 1985) e de biomassa (Higuchi *et al.*, 1998, Santos *et al.*, 2001 e Silva, 2007). Em termos de tamanho de parcelas amostrais, na Amazônia há dois trabalhos, em Santarém (Queiroz, 1977) e em Manaus (Higuchi *et al.*, 1982). Nestes dois trabalhos, o DAP mínimo foi de 25 cm considerando apenas o volume da madeira.

Com base na literatura e na experiência do laboratório de manejo florestal (LMF) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) de mais de 12 inventários florestais no Amazonas, este inventário da foz do Paraconi foi executado. Este inventário fará parte do sistema de inventário florestal contínuo do Amazonas, além de atender a demanda do ICMBio para elaboração do plano de manejo da UC. Foram instaladas parcelas permanentes e temporárias de 20 x 125 m cada, em transecto ou conglomerados, onde as seguintes coletas foram realizadas: diâmetros de árvores vivas e mortas em pé com DAP maior ou igual a 10 cm, árvores caídas, solos e material botânico. Os produtos decorrentes destas coletas são: (i) potencial madeireiro para planos de manejo florestal convencional; (ii) potencial madeireiro de árvores caídas; (iii) estoques de biomassa viva acima do solo, de biomassa abaixo do solo – raízes grossas e da necromassa (morta em pé ou no chão); (iv) fertilidade do solo e (v) inventário florístico.

Este trabalho foi demandado pelo ICMBio como parte dos levantamentos necessários para a elaboração do plano de manejo da UC. Os laboratórios de manejo florestal (LMF) e de Psicologia e Educação Ambiental (Lapsea) do INPA

ficaram encarregados do inventário florestal e sócio-ambiental, respectivamente. O sócio-ambiental pode ser considerado definitivo. No entanto, para completar o inventário florestal será necessária uma nova expedição de 60 dias de coletas. O presente relatório é resultado de uma coleta que cobriu, aproximadamente, 10% da Flona de Pau Rosa. Mesmo cobrindo apenas 10% da Flona, a área inventariada é suficientemente grande para ser utilizada como área demonstrativa para um plano de manejo. Da parte do LMF, os resultados do inventário florestal podem ser utilizados para elaborar um plano de manejo florestal sustentável iniciando com o aproveitamento das árvores caídas.

Em geral, os trabalhos de inventário florestal do laboratório de manejo florestal (LMF) envolvem um grande número de pessoas. Desta vez foram envolvidas 27 pessoas entre pesquisadores, alunos de pós-graduação e técnicos de nível médio do quadro do INPA ou temporariamente contratados. Além das 27 pessoas levadas de Manaus houve um envolvimento de 12-15 comunitários da Flona. Os comunitários acompanham a equipe do LMF, no campo, para as orientações logísticas iniciais, para entender o nosso trabalho e para auxiliar em todas as atividades do inventário. O LMF utiliza este tipo de trabalho como treinamento “em serviço” em todos os níveis, não só em questões técnicas como também no processo de interação com a realidade das comunidades do interior do Amazonas.

2. Objetivos:

2.1. Geral

Realizar inventário florestal da Flona de Pau Rosa, em Maués (AM).

2.2. Específicos:

- ✓ Descrever a composição florística da área por meio da identificação das famílias, gêneros e espécies;
- ✓ Descrever as principais características morfológicas e importância econômica das espécies exploradas pelas comunidades da Flona;
- ✓ Elaboração de uma lista de espécies utilizadas na Flona para uso comercial de madeira;
- ✓ Estimar a área basal e volume comercial de madeira;
- ✓ Estimar o estoque de biomassa fresca e carbono acima do nível do solo de árvores vivas em pé;
- ✓ Estimar o estoque de biomassa fresca e carbono de raízes grossas de árvores vivas em pé;

- ✓ Estimar o estoque de carbono da necromassa;
- ✓ Determinar a altura dominante média da Flona;
- ✓ Desenvolver um modelo de volume a partir da cubagem de madeira caída.

3. Caracterização da área inventariada:

Município de Maués

O município de Maués, conhecido como a “Terra do Guaraná”, era inicialmente habitado por índios mundurucus e maués. O nome “Maués” significa, do tupi, “Papagaio Curioso e Inteligente” (www.portalamazonia.globo.com). O município começou a ser formado em 1798, por Luiz Pereira da Cruz e José Rodrigues Preto, na margem direita do rio Maués-Açu. Inicialmente foi considerado apenas uma “missão”, sendo elevado a categoria de vila em 1833 por um decreto no dia 25 de junho e em 1896, já na República, tornou-se o município de Maués (www.portalamazonia.globo.com).

A economia do município baseia-se principalmente na produção de guaraná, este que vem sendo cultivado desde os primórdios, por seus primeiros habitantes. A cidade de Maués é conhecida internacionalmente por suas belas praias. Além disso, Maués tem um dos carnavais mais tradicionais do interior do Amazonas, movimentado por seus foliões populares que se organizam em blocos, como Os Mortos Vivos.

Área inventariada

A Floresta Nacional (Flona) de Pau Rosa está localizada no município de Maués (figura 1), distante da capital do estado 680 km em linha reta e 1033 km por via fluvial. A altitude é de 62 m acima do nível do mar. O município ocupa uma área territorial de 12.111 km² (IBGE, 2009). Ao norte, faz divisa com os municípios de Boa Vista do Ramos, Barreirinha e Itacoatiara. Ao sul, com o Município de Apuí. A leste, com o Estado do Pará. A oeste, com os municípios de Borba e Nova Olinda do Norte (www.portalamazonia.globo.com).

A Flona de Pau Rosa é uma unidade de conservação federal, onde podem ser desenvolvidos projetos de uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e de pesquisa científica. Foi criada em 2001 abrangendo uma área de 827.877 hectares. A demanda do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) ao laboratório de manejo florestal (LMF) foi realizada com o intuito de dar o primeiro passo para a elaboração do plano de manejo desta UC. O trabalho de inventário florestal foi demandado pelo ICMBio de Manaus. Nesta primeira excursão, a coleta de dados foi realizada em, aproximadamente, 10% da Flona –

figura 2. A coleta cobriu a área da foz do Paraconi, às margens do Rio Urariá, até a Comunidade Santa Maria do Caiuê. Esta área é onde está concentrada a maior parte das comunidades ribeirinhas dentro da Flona e no seu entorno. A segunda e última coleta está programada ainda para 2009 e deve cobrir a área restante da Flona; parte será acessada via fluvial e outra por helicóptero.

As comunidades da Flona ao longo do Rio Paraconi estão à sua margem esquerda. As comunidades são Osório da Fonseca, Bragança, Fortaleza, Santa Maria do Caiuê, São Tomé, Sagrado Coração. O inventário foi realizado também em algumas comunidades consideradas de entorno da Flona como Mundurucu, Igarapé Açu e São Pedro.

Vegetação

Segundo Radambrasil (1978), a cobertura florística da região de Maués, compreende diversas formações, como seqüência natural da variação ecológica. Dentre as mais importantes, encontram-se: Formação Pioneira Aluviais, Sistema Ecológico de Campina e Campinarana (com uma grande mancha no início do Rio Paraconi), Sistema de savana, Sistema Ecológico de Floresta Tropical Densa, Sistema Ecológico de Floresta Tropical Aberta e Floresta de Baixas Altitudes. A cobertura florestal é freqüentemente alterada por manchas de floresta aberta, onde os estratos arbustivo e herbáceo são compostos por regeneração natural das espécies arbóreas, palmeiras e plantas não-vasculares, com áreas de campo, parques e Floresta de Várzea.

Geomorfologia

A geomorfologia da área é de planalto rebaixado da Amazônia, em sua maior parte com altitude de cerca de 100 m. Esse sítio aproveitou-se das partes limítrofes com outras unidades morfoestruturais mais elevadas altimetricamente, oferecendo maior segurança no período das enchentes do rio. À medida que segue do Médio Amazonas para o Tapajós, apresenta-se como planície amazônica, onde é constante a faixa com alargamentos consideráveis, eventualmente superiores a 35 km. Tanto na margem direita, como esquerda, freqüentemente a Formação Barreiras aproxima-se do Rio Amazonas limitando-se com rebordos pronunciados (Radambrasil, 1978).

Além disso, apresenta áreas dissecadas em interflúvios tabulares com talvegues incipientes, além de colinas e ravinas, com drenagem direcionada SR-NW e SW-NE. Observando alargamento dos rios Maués-Açu, Abacaxis e Paraconi. A unidade morfoestrutural apresenta superfície plana conservada, observando eventualmente a incipiência no entalhe dos talvegues.

Clima

Segundo o Radambrasil (1978), os dados climáticos da área estão classificados por precipitação pluviométrica alta. O clima é do tipo Am (chuvas do tipo monção), apresenta uma estação seca de pequena duração, mas, devido aos totais elevados de precipitação, possui umidade suficiente para alimentar florestas de características tropicais. Esse tipo climático apresenta temperatura média anual 2500 mm, com temperatura média anual de 26°C, umidade relativa anual de 86%, sendo os meses mais secos de julho-novembro (Ranzani, 1980).

Solos e Geologia

De acordo com Radambrasil (1978) predominam os solos Podzólicos Vermelho Amarelo e, subordinados a estes, Latossolos Amarelos. Do ponto de vista pedológico observa-se ainda, areia quartzosas e solos hidromórficos, além de laterita hidromórfica. A geologia dessa área é classificada como sedimentação paleozóica apresentada em superfície predominante por arenitos e Siltitos do grupo Urupadi, com folhelos da formação Curuá e arenitos que abrange o município de Maués e remontam as unidades desde o Siluriano até o carbonífero.

4. Coleta de dados:

4.1. Inventário florestal (árvores vivas, morta em pé e palmeiras):

O método de inventário florestal foi baseado nas referências clássicas como Husch *et al.* (1972), Loetsch *et al.* (1973), Cochran (1977) e Péllico Netto e Brena (1997). O inventário florestal foi realizado com base na amostragem aleatória restrita (Higuchi, 1986-87). Para se integrar ao sistema de inventário florestal contínuo do Amazonas, neste trabalho foram instaladas parcelas temporárias e permanentes. As temporárias são alocadas em transectos, de 2 km de comprimento, com 6 parcelas de 20 m x 125 m (Higuchi *et al.*, 1982), a 200 metros de distância uma da outra. As parcelas permanentes são instaladas em conglomerados, do tipo cruz. A parcela permanente é dividida em unidades primárias, secundárias e terciárias. As parcelas amostrais (temporárias ou permanentes) são georreferenciadas com GPS (Sistema de Posicionamento Global), no início e no final de cada parcela. Para ver detalhe de cada parcela (Anexo 1).

Neste trabalho foram instaladas 81 parcelas amostrais de 2.500 m² cada, sendo 24 permanentes e 57 temporárias. A distribuição das parcelas nas comunidades da Flona e de entorno é apresentada no quadro 1. Numa próxima ocasião, as parcelas permanentes serão remeidas e novas temporárias serão instaladas de forma aleatória. É importante ressaltar que as temporárias utilizadas na primeira ocasião (2009) podem ser recuperadas e remeidas, se necessário, numa segunda ocasião porque todas estão georreferenciadas.

Com exceção do sócio-ambiental, todos os demais levantamentos são baseados na logística do inventário florestal de árvores vivas. No caso de árvores caídas para a cubagem rigorosa e para a estimativa da altura dominante, a coleta nem sempre é realizada dentro das parcelas; para a estimativa da necromassa, a coleta é, rigorosamente, realizada de acordo com o inventário. O grupo de solos coleta apenas na picada central. Excluindo a equipe do sócio-ambiental que fica nas comunidades, o trabalho de campo de inventário envolveu 23 pessoas do LMF. Em geral, são acrescentados 3-5 comunitários em cada ponto de amostragem sendo 2 para picadas, 1 para o inventário da árvore em pé, 1 para árvore caída e 1 para solos.

4.1.1. Escolha da área:

Os pontos de amostragem são pré-definidos de acordo com mapas da vegetação e da distribuição das comunidades. No campo, a pré-seleção é confrontada com a acessibilidade até o ponto ideal para o início da coleta e do conhecimento empírico passado pelos comunitários. De qualquer modo, mais tarde no escritório, as parcelas serão plotadas no mapa de vegetação da área.

4.1.2. Picada:

Apesar de ser um trabalho braçal, a orientação e a marcação da picada tem que ser perfeita e de acordo com o rumo pré-definido. Se a delimitação da picada for incorreta pode haver uma propagação de erro de extrapolação incontável. À frente desta tarefa sempre esteve sempre um engenheiro florestal que comandou mais 3 auxiliares. A equipe de picada é encarregada de: (i) demarcar uma linha no centro de um retângulo de 20 m de largura; (ii) delimitar os primeiros 10 x 10 m para o levantamento da regeneração natural; (iii) delimitar a parcela de 20 x 125 m, subdivididas em parcelas de 20 x 25 m; (iv) delimitar a segunda parcela de 10 x 10 m para a regeneração; (v) marcar o intervalo de 200 m (de 50 em 50 m) entre parcelas e (vi) repetir essas operações até completar a marcação de 6 parcelas de 20 x 125 m. No caso de conglomerados, as parcelas são estabelecidas na forma de cruz; neste caso, o intervalo entre parcelas é de 150 m. O eng florestal toma as coordenadas com GPS de, no mínimo, dois pontos das parcelas sendo uma do início e outra da última estaca da picada.

4.1.3. Medições:

A coleta em parcelas temporárias foi realizada por duas equipes. Cada equipe é composta de um eng florestal, um mateiro e um auxiliar. Os mateiros são funcionários do INPA desde 1980. Uma equipe trabalha no lado esquerdo da picada e a outra no lado direito. No caso de parcelas permanentes, mais dois auxiliares foram acrescentados em cada equipe para fixarem as placas (de

alumínio) de identificação e para marcar com tinta a altura de onde o DAP foi medido.

Dentro de cada parcela são medidos todos os diâmetros à altura do peito (DAP) das árvores com mais de 10 cm de DAP, para árvores vivas, mortas em pé e caídas e palmeiras. Também é demarcado uma área de 10 m x 10 m para o inventário da regeneração natural (RN), árvores com DAP entre 5 cm e 10 cm. Todas as árvores foram pré-identificadas pelos mateiros e anotadas pelo eng florestal utilizando o nome da morfo-espécie ou do nome popular. A identificação da espécie é completada depois de submeter ao herbário do INPA as exsicatas montadas no campo.

4.2. Composição florística:

A equipe foi formada por um eng florestal e dois auxiliares. Quase sempre houve um segundo eng florestal acompanhando o trabalho e sendo, ao mesmo tempo, treinado na descrição e pré-identificação. O eng florestal é o responsável pela descrição da árvore e de todos os registros do material coletado. Os auxiliares se revezaram na escalada da árvore que, dependendo do diâmetro, eles utilizaram peconha ou garra. Quando estes dois instrumentos não funcionaram na coleta, o último recurso foi a utilização da espingarda.

Assim que a equipe de picada começava a trabalhar, a equipe de coleta botânica também iniciava o seu trabalho. A coleta se dava ao redor do início da parcela amostral na tentativa de caracterizar a florística daquela parcela. Em geral, o auxiliar sobe em uma árvore que é utilizada, como apoio, para coletas em árvores vizinhas. Próximo à copa da árvore de apoio, o auxiliar monta o sistema de segurança e começa a montar o podão para iniciar as coletas; a haste de alumínio do nosso podão é composta de peças menores que pode alcançar 12 m de comprimento. Esta equipe era acionada pela equipe de inventário toda a vez que esta sentia a necessidade de coleta botânica de determinado indivíduo. Neste caso, a equipe se movia para a árvore marcada (normalmente com uma fita plástica colorida) e procedia a coleta.

Ao final do dia de coleta de campo, a equipe de botânica se reunia, dentro do barco, com os mateiros da equipe de inventário dando início ao processo de pré-identificação da espécie coletada e montagem da exsicata. Em geral, todos os alunos de pós-graduação participam desta atividade. As exsicatas são colocadas na estufa de madeira, que o LMF carrega em todas excursões de campo quando a mobilidade da equipe é realizada por barco. Esta pré-secagem tem sido fundamental na preservação das exsicatas.

4.3. Inventário da madeira caída:

As árvores caídas, que foram encontradas dentro das amostras ou nos intervalos ou até mesmo fora das parcelas foram inventariadas individualmente. De cada árvore caída foi medido o DAP, altura comercial (até o primeiro defeito da tora, galho ou início da copa) e altura total (para o cálculo da altura dominante). Para efeito de manejo de árvores caídas ou para estimar a necromassa, as árvores foram classificadas de acordo com o nível de aproveitamento relativo da tora.

A cubagem rigorosa foi realizada em árvores caídas em boas condições físicas aparentes. Este procedimento foi realizado utilizando o método que combina Hohenadl e Smalian. O princípio do Hohenadl foi utilizado para a definição da quantidade de seções de cada tora; neste caso, a tora foi sempre dividida em dez seções. O Smalian foi utilizado para a cubagem rigorosa da tora com base na soma dos volumes individuais de cada seção; neste caso, o volume de cada seção foi determinado pela média do volume entre a ponta grossa e da ponta fina da seção. Os dados de volume foram utilizados para encontrar uma equação de simples entrada (apenas DAP como variável independente) para estimar o volume individual das árvores contidas no inventário.

A altura total de cada árvore caída, que apresentava o comprimento total preservado, foi medida. Esta variável foi medida em campo para estimar a altura dominante da área inventariada. Segundo Loestsch *et al.* (1973), altura dominante é altura média dos 20% de árvores mais grossas de uma determinada área. Esta altura dominante da Flona foi utilizada para corrigir a equação de biomassa de simples entrada de Silva (2007), desenvolvida na estação experimental ZF-2 do INPA, em Manaus.

A equipe de madeira caída foi composta por uma eng florestal e mais dois auxiliares sendo um deles motosserrista. Também nesta equipe sempre se revezava outro eng florestal para se treinar e ajudar. A coleta de material lenhoso foi realizada não só para identificação anatômica como também para análises químicas, físicas e mecânicas. No momento de propor a utilização da madeira caída na produção de móveis ou pequenos objetos de madeira é necessário ter uma boa idéia das características tecnológicas das espécies e também da toxicidade.

4.4. Solos:

Este levantamento expedito foi realizado apenas para se ter uma vaga idéia dos tipos de solo predominantes e da quantidade de nutrientes disponíveis na área inventariada. Em cada 25 m da parcela do inventário foi realizada a coleta de solos (em torno de 500 g de solos por amostra simples) com auxílio de um trado “holandês” até a profundidade de 20 cm. No barco, as cinco amostras simples de cada parcela amostral foram misturadas para compor uma amostra composta da

referida parcela. Em Manaus, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com 2 mm de abertura antes das análises de laboratório. Além da pré-classificação dos solos, as principais análises foram: pH, teores de nutrientes, capacidade de troca catiônica, C/N e também físicas.

5. Processamento dos dados:

Ainda durante a excursão, no barco, os dados foram transferidos para o computador. As planilhas de dados foram impressas e, rigorosamente, conferidas. Em Manaus, uma nova conferência foi realizada por bolsistas que não participaram da excursão. Somente a partir desta última conferência, o processamento foi iniciado.

5.1. Análise estrutural:

A análise estrutural da área inventariada foi realizada com base nos procedimentos sugeridos por Cain e Castro (1959), Lamprecht (1964) e Finol (1971). Estes autores desenvolveram a técnica de análise estrutural baseada em elementos quantitativos como por meio de índices de abundância (Ab), dominância (Do), frequência (F) e índice de valor de importância (IVI).

5.2. Estimativas dos parâmetros área basal, volume e carbono total (acima do nível do solo + raízes grossas):

Estes parâmetros foram estimados com base no hectare. No entanto, primeiro a estimativa foi obtida para cada indivíduo contido na parcela amostral de 2.500 m²; o somatório forneceu a estimativa por parcela que multiplicado por quatro forneceu por hectare. Estas variáveis são as que melhores se comunicam no setor florestal.

A área basal (AB) foi estimada utilizando a seguinte fórmula:

$$AB = (\pi DAP^2) / 4$$

sendo: AB em m² e DAP = diâmetro à altura do peito em m

O volume comercial com casca foi estimado utilizando a equação desenvolvida com base na cubagem rigorosa obtida de árvores caídas.

$$V = 0,000567 \times DAP^{2,1462}$$

$$r^2 = 0,92 \text{ e } s_{y.x}(\%) = 4,01$$

sendo: V = volume em m³; DAP em cm; r² = coeficiente de determinação e s_{y.x}(%) = erro padrão de estimativa em porcentagem.

A estimativa de carbono total (acima do nível do solo + raízes grossas) foi obtida utilizando a equação de Silva (2007) com aplicação de um fator de correção para corrigir a diferença em altura dominante.

$$C = 2,718 \text{ DAP}^{1,877} * 0,584 * 0,485 * \text{fator de correção}$$

$$r^2 = 0,94 \text{ e } s_{y,x}(\%) = 3,9$$

Sendo: C = carbono total (acima do solo + raízes grossas) em kg; DAP em cm; 0,584 = transformação do peso fresco em peso seco com base em um teor de água igual 41,6%; 0,485 = teor de carbono na matéria seca.

A equação acima pode ser utilizada para elaboração de um projeto Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) ou de geração de créditos de carbono. Para efeito de cálculo de estoque de carbono numa floresta, seguindo a metodologia do Painel Internacional de Mudanças Climáticas (IPCC, sigla em inglês), é necessário calcular a biomassa acima do nível do solo (B_{abg}), biomassa abaixo do solo ($B_{raízes}$) e necromassa, biomassa morta. As equações disponíveis na literatura para atender o IPCC seguem abaixo:

$$B_{abg} = 2,2737 \times DAP^{1,9156} \times 1,0546, R^2 = 0,85 \text{ e } S_{yx\%} = 4,2 \text{ (DAP} \geq 5 \text{ cm)}$$

Onde:

B_{abg} = Biomassa acima do nível do solo, em toneladas;

DAP = diâmetro à altura do peito, em cm.

$$B_{raízes} = 0,0469 \times DAP^{2,4754} \times 1,0546, R^2 = 0,95 \text{ e } S_{yx\%} = 4,2 \text{ (DAP} \geq 5 \text{ cm)}$$

Onde:

$B_{raízes}$ = Biomassa das raízes grossas e menos grossas, em toneladas.

DAP = diâmetro à altura do peito, em cm.

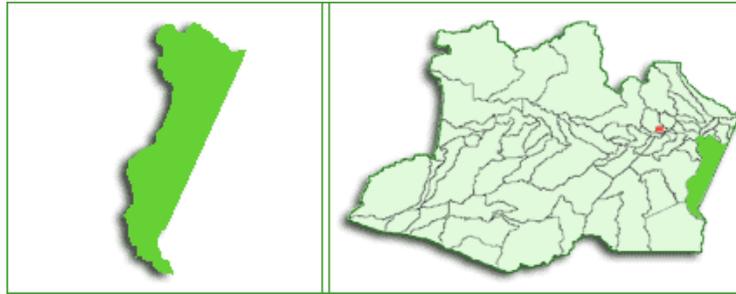


Figura 1 - Município de Maués, Estado do Amazonas.

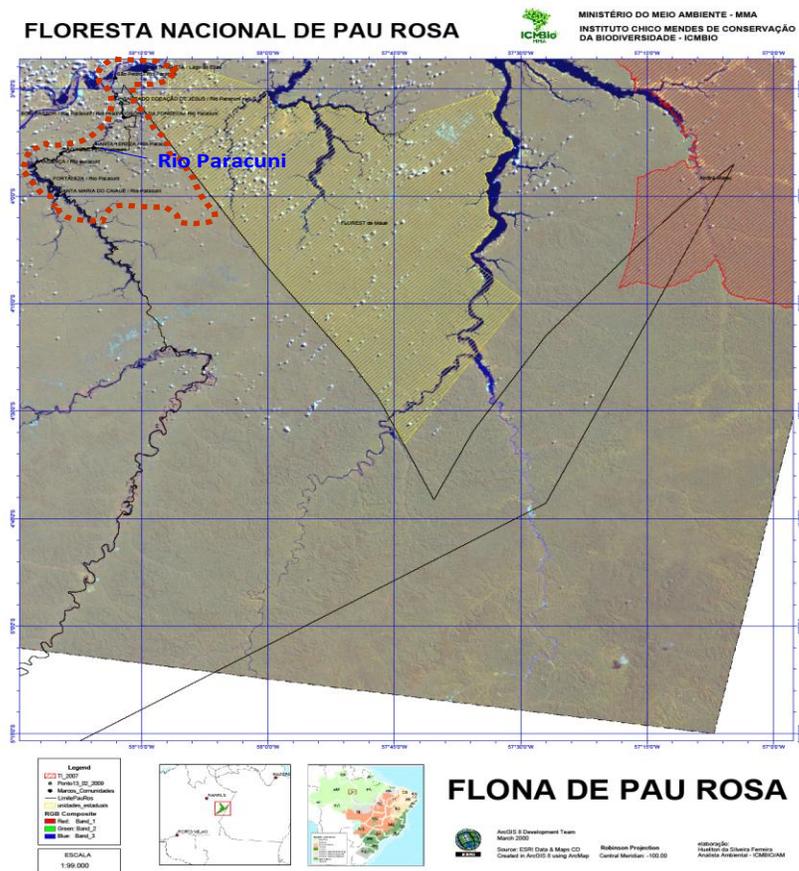


Figura 2 – Localização da Flona de Pau Rosa; em linhas pontilhadas aparece a área estimada coberta pela excursão de fevereiro de 2009.

Quadro 1 – Distribuição das parcelas temporárias (PT) e permanentes (PP) nas comunidades da Flona e de entorno.

Localidades	PP	PT
Comunidade Santa Marta		
Mundurucu	6	-
Igarapé Açú	6	-
Comunidade São Pedro		
Jacararana	6	-
Comunidade Sagrado Coração		
Igarapé Dois Braços	6	6
Comunidade Osório		
Igarapé Maruim	-	6
Igarapé Cabeçudo	6	-
Comunidade Santa Marai do Caiaué		
Igarapé do Supi	6	6
Comunidade Fortaleza		
Após o roçado da comunidade	6	-
Comunidade Bragança		
Igarapé do Sorvinha	6	-
Comunidade São Tomé		
Igarapé do Treme	5	6
Comunidade Santa Tereza		
Igarapé Açú	4	-
Total	57	24

6. Referências bibliográficas:

- Cain, S. A.; Castro, G. M. de O. 1959. *Manual of Vegetation Analysis*. Hafner Publishing Company. New York. p. 325.
- Chambers, J.Q., Higuchi, N. e Schimel, J.P. 1998. Ancient trees in Amazonia. *Nature*, 391:135-136.
- Clement, C. R. e Higuchi, N. 2006. A floresta amazônica e o futuro do Brasil. *Ciência e Cultura (SBPC)*, v. 58: 44-49.
- Cochran, W.G. 1977. *Sampling Techniques*. John Wiley & Sons, 3rd. Edition. 428p.
- Fernandes, N.P., Jardim, F.C.S. e Higuchi, N. 1984. Tabelas de volume para floresta tropical de terra-firme da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. *Acta Amazônica*, 13(3-4): 537-545.
- Finol, U. H. 1964. Estudio silvicultural de algunas especies comerciales en el bosque universitario El Caimital. Estado Barinas. *Ver. For. Ven.* 12(17):81-100.
- Freese, F. 1962. *Elementary forest sampling*. U.S. Department of Agriculture. 91p. Handbook nº 232.
- Higuchi, N., J. dos Santos e F.C.S. Jardim. 1982. Tamanho de parcela amostral para inventários florestais. *Acta Amazônica*, 12(1):91-103.
- Higuchi, N. e Ramm, C.W. 1985. Developing bole wood volume equations for a group of tree species of Central Amazon (Brazil). *Commonwealth For. Review*, 64(1): 33-41.
- Higuchi, N. 1986-87. Amostragem sistemática versus amostragem aleatória em floresta tropical úmida de terra-firme na região de Manaus. *Acta Amazônica*, 16/17 (único): 393-400.
- Higuchi, N., Santos, J., Ribeiro, R. J., Minette, L. e 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.
- Husch, B. 1971. *Planificación de um inventario forestal*. FAO. 135p.
- Husch, B., C.I. Miller e T.W. Beers. 1972. *Forest Mensuration*. The Ronald Press Co. 2nd. Edition. 410 p.
- Lamprecht, H. 1964. Ensayo sobre la estructura florística de la parte sur oriental Del Bosque Universitario "El Caimital" Estado Barinas. *Ver. For. Venez.*, 7(10/11): 77-119.

- Loetsch, F., Zöhrer, F. e Haller, K.E. 1973. Forest Inventory. 2ed., Munich, BLV Verlagsgesellschaft. 469p. Vol. II.
- Péllico Netto, S. e Brena, D.A. 1997. Inventário Florestal. Editorado pelos autores. 316p. Vol. I.
- 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.
- RADAMBRASIL (1978) Programa de Integração Nacional. Levantamentos de Recursos Naturais. V. 18 (Manaus) - RADAM (projeto) DNPM, Ministério das Minas e Energia. Brasil. 626p.
- Sanquetta, C.R., Watzlawick, L.F., Côrte, A.P.D. e Fernandes, L.A.V. 2006. Inventários florestais: planejamento e execução. Editorado pelos autores. 270 p.
- Santos, J., Paula Neto, F., Higuchi, N., Leite, H. G., Souza, A. L. e Vale, A. B. 2001. Modelos estatísticos para estimar a fitomassa acima do nível do solo da floresta tropical úmida da Amazônia Central. Revista *Árvore*, 25(4): 445-454.
- Scolforo, J.R.S. e Mello, J.M.. 2006. Inventário Florestal. UFLA/FAEPE, v.1. 561 p.
- Silva, R.P. 2007 Alometria, estoque e dinâmica da biomassa de florestas primárias e secundárias na região de Manaus (AM). Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais do INPA. 135 p.

Anexo 1

Inventário Florestal

1. Conceitos

Os parâmetros dendrométricos que foram estimados são: área basal (m^2/ha), volume comercial com casca (m^3/ha) e biomassa fresca acima do nível do solo e abaixo (t/ha) e estoque de carbono (C/ha). As estimativas estão em função dos indivíduos por hectare e por classe de diâmetro.

1.1. Área basal

A área basal reflete o grau de ocupação das árvores dentro de uma determinada área (Husch et al., 1982). Trata-se de uma medida de densidade do povoamento florestal, o que a torna uma estimativa muito importante na hora de tomada de decisão.

A área basal individual foi obtida pela fórmula que segue:

$$g = \frac{(\pi \times DAP^2)}{4} \text{ e } G = \sum_n^{i-1} g_i$$

Onde:

g = área da secção transversal de cada árvore, dada em m^2 ;

G = área basal, em m^2 ;

DAP = diâmetro à altura do peito, em metros.

1.2. Volume

O volume comercial com casca de árvores em pé foi estimado por meio de uma equação ajustada pelo LMF/INPA (2009), com base nos dados coletados pela madeira caída. Segue a equação ajustada seguida de seu coeficiente de determinação e nível de incerteza. No apêndice 3 será apresentado os resultados da escolha deste modelo para o cálculo de volume comercial com casca.

$$V = 0,000567 \times DAP^{2,146195}, R^2 = 0,91 \text{ e } S_{yx\%} = 5,85 \text{ (DAP} \geq 10 \text{ cm)}$$

Onde:

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

DAP = diâmetro à altura do peito, em cm.

Conhecer o estoque de volume da floresta é um passo muito importante para a realização de um plano de manejo florestal. De posse dessa informação é

possível prever custos e receitas relacionadas com a exploração de madeira. Firmar acordos e contratos com possíveis investidores.

Para planejar o manejo sustentável de uma floresta, além do estoque de volume é necessário conhecer o incremento periódico da região. Entretanto, determinar o crescimento em volume de uma floresta tropical natural não é tão simples quanto determinar o seu estoque atual.

1.3. Biomassa da vegetação

O conceito clássico de biomassa da vegetação é quantidade de material vegetal contido na floresta numa determinada área. Para este trabalho, a biomassa da vegetação é a massa, ou peso expresso em quilos ou toneladas, das árvores inventariadas.

A biomassa da vegetação é estimada em duas etapas: fresca e seca. Cada qual dividida, basicamente, em acima do nível do solo (abg), de raízes e necromassa (massa das árvores mortas). O peso fresco foi estimado por equações, de simples entrada, desenvolvida por Silva (2007). Para obtenção da biomassa seca, foi utilizado o teor de umidade descrito pela autora citada acima.

A biomassa média varia entre cada tipo de floresta, devido a estrutura da própria vegetação. Neste trabalho foi estimada apenas a biomassa da floresta de terra firme. Depois de calculadas as biomassas frescas, acima do nível do solo e das raízes, as estimativas foram corrigidas por um fator de correção, com base na altura dominante (Hdom) da Floresta Nacional do Pau Rosa. Seguem os modelos abaixo.

$$B_{abg} = 2,2737 \times DAP^{1,9156} \times 1,0546, R^2 = 0,85 \text{ e } S_{yx\%} = 4,2 \text{ (DAP} \geq 5 \text{ cm)}$$

Onde:

B_{abg} = Biomassa acima do nível do solo, em toneladas;

DAP = diâmetro à altura do peito, em cm.

$$B_{raízes} = 0,0469 \times DAP^{2,4754} \times 1,0546, R^2 = 0,95 \text{ e } S_{yx\%} = 4,2 \text{ (DAP} \geq 5 \text{ cm)}$$

Onde:

$B_{raízes}$ = Biomassa das raízes grossas e menos grossas, em toneladas.

DAP = diâmetro à altura do peito, em cm.

1.4. Necromassa da vegetação

Para efeito de cálculo de balanço e dinâmica de carbono é necessário conhecer a diferença entre a biomassa e a necromassa. A necromassa é o cálculo

da biomassa das árvores mortas e caídas. Num primeiro momento, essas variáveis respondem pelo balanço de carbono da floresta, que é emissão e estoque.

Para estudar a dinâmica é preciso saber o quanto se perde ou emite (mortalidade) e quanto se ganha ou absorve (recrutamento e incremento). Essa estimativa só é possível determinar por meio de dois levantamentos na mesma área em períodos diferentes. No caso da Flona só foi realizado um inventário, logo não há como determinar a dinâmica do carbono.

A Necromassa foi calculada a partir da equação de biomassa total descrita por Silva (2007). Segue a equação abaixo.

$$Necro_{total} = 2,7179 \times DAP^{1,8774}, R^2 = 0,94 \text{ e } S_{yx\%} = 3,91 \text{ (DAP} \geq 5 \text{ cm)}$$

Onde:

$Necro_{total}$ = Peso Fresco total da árvore morta ou caída, dada em toneladas;

DAP = diâmetro à altura do peito, em cm.

1.5. Carbono

As mudanças climáticas globais, o processo da fotossíntese e o estudo da biomassa florestal possuem uma ligação muito forte. O elo que conecta esses temas é o carbono. Atualmente um dos assuntos mais badalados no meio científico e ambiental. O mundo inteiro está preocupado com as emissões, estoques e seqüestros deste, suposto, vilão.

A fotossíntese já é um processo fisiológico das plantas conhecido a muito tempo. Praticamente qualquer pessoa que tenha freqüentado a escola sabe dizer que uma planta absorve o dióxido de carbono (CO_2) do ar e com a energia do sol o transforma em fonte de alimento e libera oxigênio (O_2) de volta à atmosfera. Este processo fez com que muitos se perguntassem: “Para onde vai o carbono da equação da fotossíntese?”. Essa questão levou o mundo científico ao estudo da biomassa vegetal.

Do estudo da biomassa veio a confirmação que a estrutura de uma árvore é metade água e um quarto é carbono. Diante disso as florestas ganharam mais atenção por causa do carbono estocado nelas. Essa atenção se intensificou quando o mundo se viu ameaçado pelas mudanças climáticas provocadas pela emissão de carbono na atmosfera.

A primeira atitude que o mundo tomou foi diminuir toda emissão possível. Uma forma de conter a emissão de gases de efeito estufa (GEE) que alguns países da América Latina e a Organização das Nações Unidas (ONU) encontraram foi diminuir e evitar o desmatamento de florestas primárias naturais. Criando um

incentivo para quem manter a floresta em pé, ou seja, não desmatar florestas, através de créditos por tonelada de carbono não emitido.

Visto isso, assim como o volume de madeira, hoje a biomassa florestal, conseqüentemente o carbono, possui um atrativo muito interessante a ser estudado. Reconhecendo a oportunidade, estimar o estoque de carbono na floresta se tornou quase obrigatório. Para este relatório as estimativas do estoque de carbono nas árvores, foram calculados utilizando os teores de carbono médios encontrados por Silva (2007), são eles:

$$BS_{abg} = BF_{abg} \times 0,584 \text{ e } C_{abg} = BS_{abg} \times 0,485$$

Onde:

BF_{abg} = Biomassa Fresca acima do nível do solo, dada em toneladas;

BS_{abg} = Biomassa Seca acima do nível do solo, em toneladas;

C_{abg} = Carbono acima do nível do solo, em toneladas.

2. Metodologia

O inventário florestal foi realizado baseando-se na literatura clássica, como Husch *et al.* (1972), Loestsch *et al.* (1973), Cochran (1977) e Péllico Netto e Brena (1997). Na Amazônia o Inventário Florestal Contínuo (IFC) normalmente é atribuído a parcelas permanentes (PP), porém existem alternativas para realizar o IFC, entre elas está o uso de parcelas temporárias (PT) associadas as PP's (Figura 2).

2.1. Inventário florestal

Foram instaladas 81 unidades amostrais, distribuídas em transectos de 6 parcelas distanciadas uma das outras em 200 metros, quando utilizadas amostras temporárias. Em amostras permanentes foram instalados conglomerados, em cruz, somando 12 parcelas.

Cada parcela possui 2.500 m², dimensionadas em 20 x 125 m, de acordo com Higuchi *et al.* (1982), somados com os intervalos, de 200 metros, e o comprimento de cada unidade amostral, totalizam 1.750 metros, o que garante a verificação de possíveis variações de vegetação.

Todas as parcelas foram instaladas em áreas de floresta de terra firme, contínua e sem intervenções antrópicas. O acesso até elas foi realizado via botes com motor de popa, devido à cheia do Rio Paraconi. Todas as parcelas foram georeferenciadas com um GPS.

O trabalho de campo foi dividido em cinco equipes, são elas:

Equipe da Picada – A picada ou trilha possui 2 km de extensão em linha reta. A equipe da Picada é responsável por demarcar as parcelas do inventário e é a primeira equipe a entrar e a sair do campo.

Equipe de Solos – Acompanha a equipe da Picada. Coleta amostras compostas de solos, de forma sistemática ao longo das parcelas, para caracterização e análise de 8 nutrientes, pH e classificação de solo.

Equipe de Inventário Florestal – Coleta o diâmetro à altura do peito (DAP), morfo espécie (nome comum), identificação de árvores mortas ou palmeiras e presença ou não de epífitas.

Equipe da Botânica – Realiza o levantamento florístico para identificação das espécies encontradas pelo Inventário Florestal. A descrição feita em campo é ressaltando principalmente as características do tronco, base e ambiente em que a planta se encontra.

Equipe da Madeira Caída – Responsável por inventariar árvores caídas, coletando DAP, altura total e comercial, cubagem rigorosa destas mesmas árvores e determinação da altura dominante (Hdom).

3. Resultados

Os resultados apresentados a seguir foram obtidos a partir do processamento e análise dos dados levantados nas 81 unidades amostrais. Segundo Higuchi *et al.* (1982), cada parcela pode ser considerada como uma amostra, uma vez que os resultados estatísticos mostraram que são altamente significativos, ou seja, existem diferenças entre as parcelas em áreas de floresta de terra firme ($p < 0,00001$).

3.1. Área basal (m^2/ha)

A área basal (G) média foi estimada para as árvores vivas com $DAP \geq 10$ cm e para Regeneração Natural (RN - $5 \text{ cm} \leq DAP < 10 \text{ cm}$). No primeiro caso as estimativas foram divididas em três classes diamétricas (CD) – CD 1 ($10 \text{ cm} \leq DAP < 30 \text{ cm}$); CD 2 ($30 \text{ cm} \leq DAP < 50 \text{ cm}$); CD 3 ($DAP \geq 50 \text{ cm}$). As estimativas estão apresentadas com seus Intervalos de Confiança (IC) a 95,45% de probabilidade na Tabela 01.

A Área Basal estimada para a Flona do Pau Rosa ($28,94 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$) pode ser considerada alta quando comparada com outras regiões do Amazonas, como Manacapuru ($25,5 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ – Projeto Chichuá) e Rio Trombetas ($24,8 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$). A G é uma variável para comparação de florestas.

A ocupação de uma determinada área de floresta por árvores pode ser refletida diretamente na densidade de árvores e/ou grossura das mesmas.

Portanto, afirmar que a Flona do Pau Rosa possui uma área basal maior que outras regiões do Amazonas, significa dizer que a Flona possui mais árvores (ou mais árvores grossas). Isso pode indicar que há potencial madeireiro na região.

Nota sobre área basal:

A legislação brasileira estabelece que o diâmetro mínimo para corte na região da Amazônia é de 50 cm. O estoque atual de madeira boa para corte na Flona do Pau Rosa representa 38% do total da reserva. A reserva imediata para reposição da classe explorada representa 25% de todas as árvores da Flona.

3.2. Volume (m³/ha)

O volume médio calculado para todas as árvores vivas amostradas na Flona do Pau Rosa. Além das árvores vivas também foi calculado o volume médio de árvores mortas e palmeiras encontradas na Flona do Pau Rosa. O volume da necromassa e das palmeiras foram calculados com a mesma equação ajustada para as vivas (Tabela 2).

Mesmo que exista a possibilidade de calcular os volumes das diferentes categorias de biomassa, os erros envolvidos nesta operação são muito superiores aos aceitáveis pela literatura florestal. O erro máximo aceitável é de 10%, já o erro embutido na estimativa do volume de árvores mortas é de quase 27% e para palmeiras de 18%. Tais informações levam a refletir sobre o esforço na coleta de seus dados, considerando seus erros e a representação no volume total da floresta (Figura 2).

Outra característica é o estoque de madeira comerciável. As estimativas apresentadas nas tabelas anteriores não refletem, necessariamente, a verdade. Mesmo que o estoque atual de madeira, com diâmetro suficiente para corte, pareça ser alto, quando avaliadas apenas as espécies comerciais conhecidas esse número se reduz significativamente.

Das 309 espécies levantadas pelo inventário florestal na Flona do Pau Rosa, foram identificadas 40 com potencial de exploração para serraria, um total de 1.618 indivíduos, de acordo com lista das espécies exploradas pela “Precious Woods Amazon” Ltda. O estoque de volume é observado na Tabela 3.

De acordo com a legislação atual, no que dispõe a exploração florestal na Amazônia, apenas 100 indivíduos ou 7% do total possuem um DAP mínimo permitido. O volume passível de exploração na Flona do Pau Rosa (DAP ≥ 50 cm) foi estimado em 30,86 m³.ha⁻¹ ± 8,58.

Ao analisar apenas o estoque de volume total, há uma ilusão de grandiosidade. O que caracteriza o sentimento comum da fartura de madeira nas florestas amazônicas. Este sentimento reflete diretamente no aproveitamento da

madeira, que por sua vez influencia na qualidade do produto e que por fim dita o preço.

No entanto, quando observamos apenas as espécies comerciais o estoque passível de exploração se reduz a um quinto do total. Já não se pode mais concluir que há madeira abundantemente na floresta. Assim, devemos racionalizar a exploração da madeira.

Investir em tecnologia para aproveitar o máximo da madeira disponível, técnicas de exploração para evitar danos a outras árvores, espécies alternativas e sub produtos da floresta são formas de otimizar o investimento num projeto de manejo florestal.

Porém, investir significa dinheiro. Este está escasso e sempre foi difícil de obter, principalmente no setor florestal do Norte do país. Mas, assim como qualquer mercado, o preço de um produto é o equilíbrio entre a oferta e a demanda. Se a procura por um determinado produto é muito alta e sua produção baixa seu preço tende a aumentar.

Da Amazônia é razoável dizer que a procura por madeira, interna e externa, é bastante alta. Já a oferta, ou estoque se preferir, de madeira nas florestas naturais é baixa. Assim, o preço deste produto, para estar em equilíbrio deve se ajustar a estas condições, ou seja, a madeira amazônica deve ser mais valorizada.

Enquanto essa apreciação ainda não acontece, uma alternativa interessante para as comunidades da Flona do Pau Rosa é o aproveitamento da madeira morta no chão, ou seja, da árvore que, naturalmente, caiu na floresta. Como não há nenhuma lei ou regulamento para exploração dessa madeira, a atividade se torna uma alternativa interessante. Também pode servir para introduzir uma cultura florestal nas comunidades.

A idéia inicial é utilizar a madeira para produtos serrados, ou seja, tábuas. Logo, apenas as árvores inteiras (aproveitamento 100%) seriam utilizadas. Como não há legislação sobre madeira já caída, não há necessidade de excluir as árvores menores que 50 cm de DAP do plano de utilização. O volume de madeira aproveitável foi calculado com base na cubagem rigorosa, não sendo uma estimativa, portanto não há Intervalo de Confiança (Tabela 4).

O volume estimado por hectare ($7,55 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \pm 5,36$) é quase o limite máximo que a Resolução CONAMA nº 406/09 permite para exploração de madeira em planos de manejo de pequena escala, que é de $10 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$. Mesmo que não exista nenhuma garantia de que esse volume será constante no decorrer do tempo, historicamente e característica principal da região (grande quantidade de chuvas) leva a crer que sempre haverão árvores caídas na florestas.

Além do potencial madeireiro, as árvores caídas podem também servir para confecção de outros produtos, sem precisar ter 100% de aproveitamento. Pequenos produtos, como utensílios de cozinha (colher de pau, tábua de carne, etc.) não necessitam de grande quantidade de madeira são alguns detalhes. Ainda, existe uma oportunidade para produzir jóias, como anéis, colares e brincos.

A exploração da madeira já caída na floresta é uma boa opção também para conhecer o mercado de madeira da região, para o treinamento dos moradores da Flona e para geração imediata de renda, uma vez que não há necessidade de aprovação de plano de manejo de madeira caída. Este tópico será discutido em detalhes no Anexo 3.

Nota sobre volume:

O estoque de volume da Flona do Pau Rosa é bastante grande (356,42 m³.ha⁻¹). O volume passível de exploração é quase um quinto deste valor (30,86 m³.ha⁻¹). Preço de madeira na região Amazônica ainda é muito baixo, mas informação pode servir como embasamento para melhorar essa situação. Na Flona foi identificado um potencial interessante: madeira caída. Alternativa para as comunidades locais, início de uma cultura florestal e fonte de renda imediata.

3.3. Biomassa da vegetação

A biomassa total fresca estimada da Flona do Pau Rosa está apresentada no Tabela 5. Note que a contribuição das árvores vivas é muito superior que a Necromassa e a biomassa de palmeiras (Figura 03). Essa participação tímida e alguns problemas relacionados à coleta dessas variáveis e os cálculos das estimativas levantam dúvidas a respeito da importância desse tipo de informação. As características de cada categoria de biomassa serão discutidas no subtópico seguinte.

A primeira classe tem uma participação destacada devido à quantidade de indivíduos encontrados nesta classe. Já a terceira classe possui o maior estoque por conta do tamanho das árvores amostradas no campo. Como a equação é em função do diâmetro das árvores, quanto maior o DAP, mais pesada será a árvore.

Para calcular o peso seco total das árvores foi adotado um teor de umidade, descrito por Silva (2007), de 41,6%. Portanto, o estoque de biomassa seca, das árvores vivas, mortas e palmeiras segue apresentados na Tabela 6. Para detalhamento das informações levantadas pelo trabalho de campo, as estimativas das árvores vivas foram divididas classes diamétricas também. A partir da biomassa seca o próximo passo é estimar o estoque de carbono nas árvores. Este será tratado no tópico seguinte.

3.3.1. Necromassa da vegetação

Ainda que o método para determinar a Necromassa esteja bem definido, estimar a biomassa morta ainda é um processo delicado. Por experiência de campo, já foi observado que algumas árvores que são dadas como mortas no primeiro período, podem, na segunda medição, “voltar à vida”. Assim como árvores caídas continuarem vivas e, além disso, brotarem novamente pelo fuste.

Além disso, mesmo que as mortas continuem mortas e que as caídas morram de fato, dependendo da espécie, a madeira pode levar até décadas para se decompor. Isso significa que o carbono ainda continua estocado, portanto não deveria ser considerado como emissão. Portanto é razoável dizer que a emissão por Necromassa (caída ou morta) é muito relativa.

Além desta característica “existencial” de ser ou não ser, existem outros detalhes a serem discutidos. Por exemplo: árvores caídas podem não possuir raízes, folhas e galhos finos, logo, o cálculo da biomassa fica comprometido. Outro detalhe importante é a questão do teor de umidade.

Em árvores caídas ou mortas o teor de umidade é diferente de uma viva. Esse fator depende da taxa de decomposição do indivíduo, onde quanto mais decomposto, mais poroso, logo mais água. Este processo depende da taxa de decomposição da espécie e sua densidade da madeira, que pode variar em dois indivíduos da mesma espécie.

Não obstante, se todos esses detalhes forem ignorados ainda existe um pequeno problema no cálculo da Necromassa. O erro envolvido nessa estimativa está bem fora dos padrões. Acima dos 10% admitidos pela literatura básica florestal. Uma forma de diminuir o erro seria aumentar a intensidade amostral de necromassa, ou seja, árvores mortas e caídas. Porém, não podemos “criar” em campo árvores nestas características e aumentar a parcela envolve maior tempo e custo do trabalho.

3.3.2. Palmeiras

Assim como a Necromassa, a participação de palmeiras nas variáveis calculadas (volume e biomassa, por exemplo) é bastante tímida. Porém, diferente das árvores mortas e/ou caídas, as palmeiras não possuem problemas “Shakespearianos” (ser ou não ser). O problema envolve outros detalhes.

Para calcular volume e biomassa de palmeiras, equações ajustadas para árvores são adaptadas. No entanto, nenhum tipo de fator de correção ou algo parecido é aplicado. Isso se deve à ausência de equações específicas descritas na literatura.

Aplicar o mesmo método de ajuste de equações de volume que são usados para árvores poderia ser uma alternativa. Porém, palmeiras caídas são muito

difíceis de serem encontradas na floresta e quando localizadas já se encontram em estado de decomposição avançado. Impossibilitando uma cubagem rigorosa.

No que se refere à biomassa, ao utilizar equações ajustadas para árvores, o resultado é uma superestimação acentuada do peso das palmeiras. Em sumo, os erros referentes às palmeiras são altos. Além da falta de equações precisas ainda não há evidências claras sobre a relação do diâmetro com outras características, como a produção de frutos.

Nota sobre biomassa:

Atualmente as equações para estimar biomassa fresca de árvores são bastante precisas. As florestas não são formadas apenas de árvores e nem todas estão necessariamente vivas. Apesar de representar 5% do total da biomassa, organizações internacionais insistem na necessidade de amostrar palmeiras e a necromassa da floresta. Altos erros e problemas que vão além da compreensão de um engenheiro florestal são alguns empecilhos.

3.4. Carbono

Os estoques de carbono foram calculados nas mesmas premissas que as outras variáveis, para as diferentes categorias de biomassa. Para as árvores vivas foram divididas nas classes diamétricas (Tabela 7). O carbono foi calculado com base nos teores apresentados por Silva (2007) e as estimativas de biomassa seca descritas no tópico anterior.

Note que o estoque de carbono total não é exatamente a soma dos estoques de cada categoria de biomassa. Pois, de acordo com as normas internacionais a Necromassa é considerada como emissão. Portanto, para o estoque atual de carbono da Flona do Pau Rosa, deve-se calcular o carbono dos organismos vivos e subtraí-lo do estoque de Necromassa.

A oportunidade de negócio mencionada anteriormente são os chamados Créditos de Carbono (CC), cada crédito é dado a uma tonelada de dióxido de carbono equivalente (CO_{2e}). Trata-se de uma alternativa de geração de renda por manter os estoques de carbono de uma floresta. A conservação e o próprio manejo adequado das florestas propicia a geração de créditos, pois se o desperdício é evitado, carbono não é emitido.

Note que o CC é dado em CO_2 e as estimativas são de carbono puro. Para converter o carbono das árvores e florestas em créditos há uma fórmula para tal. De acordo com regras de química básica: $1\text{kg de C} = 3,6667\text{kg de } CO_2$. Portanto, os estoques estimados para a Flona em CO_2 são apresentados no Tabela 8.

A questão discutida agora é quanto vale o Crédito de Carbono. Ainda não existe nenhum padrão ou valor único para esse produto. Já houve algumas negociações de CC em

empreendimentos diferentes de florestais. O primeiro foi no Lixão de São Paulo, onde a tonelada de CO₂ foi negociada a € 10,50 (R\$ 28,00 aproximadamente). Em outra negociação de projetos de metano gerado por vacas o CC foi estimado em R\$ 35,00.

Agora, para efeito de exercício, assumo as seguintes situações: (i) o preço do CC da floresta seja R\$ 16,00 (metade do menor valor descrito acima); (ii) o estoque de CO_{2e} da Flona do Pau Rosa é 698,5 t.ha⁻¹ (contabilizando apenas árvores vivas com DAP \geq 10 cm e o menor valor estimado). Dada estas características, para a Flona haveria uma oportunidade de ganhar R\$ 11.175,00 por hectare preservado.

Evidentemente que não seria tão simples assim. Entretanto esses valores não estão muito longe da realidade. Se compararmos com os preços de madeira e a disponibilidade da mesma por unidade de área, podemos concluir que CC são bastante interessante. Sempre lembrando que o custo de implementação de um projeto de Carbono é muito baixo, pois o produto principal já existe na floresta.

Nota sobre Carbono:

Um dos principais assuntos da atualidade no mundo. A importância do carbono nas florestas é indiscutível. O potencial de mercado é enorme e o investimento talvez não se compare com a renda que se pode obter. Para a Flona do Pau Rosa, estimativas grosseiras indicam que é possível adquirir bons frutos desse tipo de negociação. Para a continuidade da nossa vida como conhecemos precisamos manter nossas florestas.

Resumo das notas

O inventário florestal e a análise dos dados deixam bem claro o potencial madeireiro na região. No entanto, alguns valores e números podem ser previsões enganosas. Mesmo que a taxa de ocupação do solo por árvores e o volume calculado sejam atraentes quando analisamos em detalhes percebemos alguns furos.

Apesar da grande floresta, as estimativas mostram que os recursos madeireiros em si não são tão abundantes quanto se pensa. A falta de incentivos, irregularidades no mercado, baixos preços, inexistência de uma cultura florestal, baixa tecnologia e espécies florestais limitadas são algumas das barreiras no manejo florestal. Porém, técnica e seriedade podem ajudar a melhorar esse cenário.

Mesmo que atualmente o manejo florestal seja difícil e demorado de ser aplicado é importante lembrar que a floresta não é apenas um reservatório de

madeira. Existem muitos outros produtos e serviços que a floresta presta. O mais “famoso” é o carbono.

Apesar de ainda ser um mercado em construção, as potencialidades e facilidades de implementação de um projeto de Créditos de Carbono faz com que se torne uma alternativa atrativa. Além de não exigir tanto trabalho os benefícios de manter a floresta em pé podem ser imensuráveis.

Referência

- Cochran, W.G. 1977. *Sampling Techniques*. John Wiley & Sons, Inc. New York. 333 p.
- Husch, B.; Miller, C. I.; Beers, T. W. 1972. *Forest mensuration*. The Ronald Press. Company. 410p.
- Loetsch, F.; Zöhner, F.; Haller, K.E. 1973. *Forest inventory*. BLV Verlagsgesellschaft. Volume 2. 469p.
- 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.; Jardim, F. C. S.; Santos, J.dos; Barbosa, A. P. 1985. Bacia 3 – Inventário florestal comercial. *Acta Amazonica*, 15(3 e 4):327-369.
- Higuchi, N. 1986/87. Amostragem Sistemática Versus Amostragem Aleatória em Floresta Tropical Úmida de Terra-firme na Região de Manaus. ***Acta Amazonica***, 16/17(único):393-400.
- Péllico Netto, S.; Brena, D.A. 1997. *Inventário Forestal*. 316 p.
- 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.

Tabela 01 – Área Basal estimada da Flona do Pau Rosa, por classes de diâmetro e total.

Classe Diamétrica	AB (m ² /ha)	IC (95,45%)
5 ≤ DAP < 10	1,99	± 0,14
10 ≤ DAP < 30	8,79	± 0,27
30 ≤ DAP < 50	7,31	± 0,43
DAP ≥ 50	10,85	± 1,24
Total	28,94	± 0,52

Onde: DAP é diâmetro à altura do peito; AB é área basal em metros quadrados; ha é hectare; IC é intervalo de confiança.

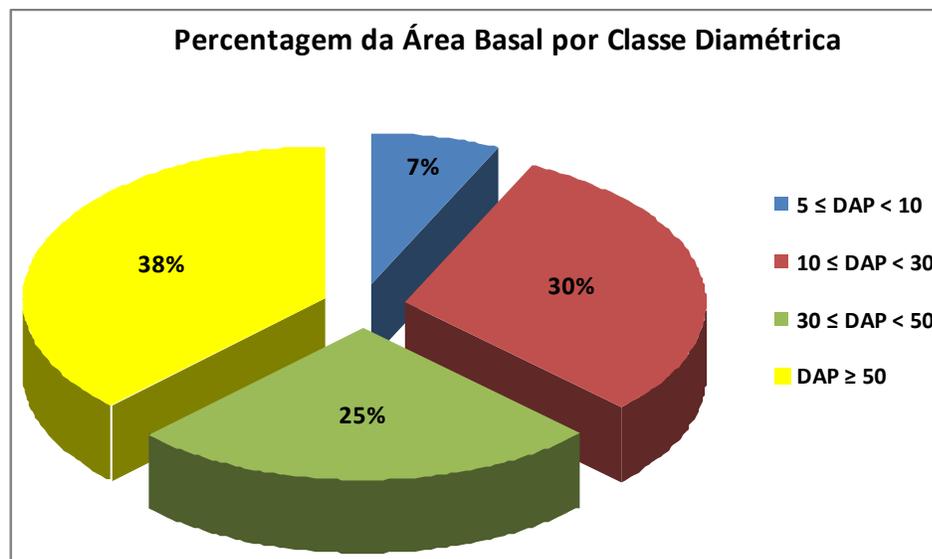


Figura 01 – Participação de cada Classe Diamétrica na área basal, em percentagem.

Tabela 2 – Volume médio por hectare das árvores vivas, divididas por classe diamétrica, mortas e palmeiras.

Categoria de biomassa		Vol. (m ³ /ha)	IC (95,45%)
Vivas	5 ≤ DAP < 10	19,30	± 1,42
	10 ≤ DAP < 30	97,59	± 3,04
	30 ≤ DAP < 50	89,95	± 5,31
	DAP ≥ 50	149,58	± 17,77
Total Vivas		356,42	± 18,46
Mortas		11,21	± 3,02
Palmeiras		3,76	± 0,69
Total Geral		371,39	± 18,18

Onde: DAP é diâmetro à altura do peito; Vol. é volume; ha é hectare; IC é intervalo de confiança.

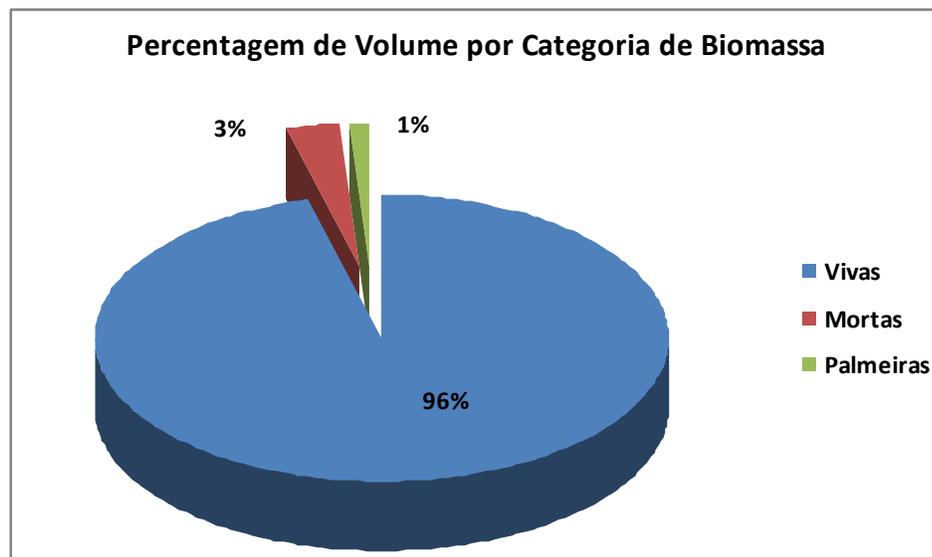


Figura 2 - Proporção relativa de cada categoria de biomassa amostrada no volume calculado para Floresta Nacional do Pau Rosa.

Tabela 3 – Estoque do volume das espécies comerciais, por classe diamétrica.

Classe Diamétrica	Vol. (m³/ha)	IC (95,45%)
5 ≤ DAP < 10	3,28	± 0,57
10 ≤ DAP < 30	14,83	± 1,20
30 ≤ DAP < 50	11,59	± 2,06
DAP ≥ 50	30,86	± 8,58
Total	60,56	± 9,16

Onde: DAP é diâmetro à altura do peito; Vol. é volume; ha é hectare; IC é intervalo de confiança.

Tabela 4 – Volume aproveitável de madeira caída.

Parâmetro	Observado (m³)	IC (95,45%)	Estimado (m³/ha)	IC (95,45%)
Vol. total	46,75	-	-	-
Vol. médio	2,13	± 1,38	7,55	± 5,36

Onde: Vol. é volume em metros cúbicos; ha é hectare; IC é intervalo de confiança.

Tabela 5 – Estoque de biomassa fresca total por categoria de biomassa e classe diamétrica.

Categoria de biomassa	Biom. Fresca Total (t/ha)	IC (95,45%)
Vivas	5 ≤ DAP < 10	54,58
	10 ≤ DAP < 30	232,18
	30 ≤ DAP < 50	190,12
	DAP ≥ 50	284,84
Total Vivas	761,72	52,75
Mortas	28,86	5,91
Palmeiras	9,20	1,59
Total Geral	799,78	53,66

Onde: DAP é diâmetro à altura do peito; Biom. é biomassa em toneladas; ha é hectare; IC é intervalo de confiança.

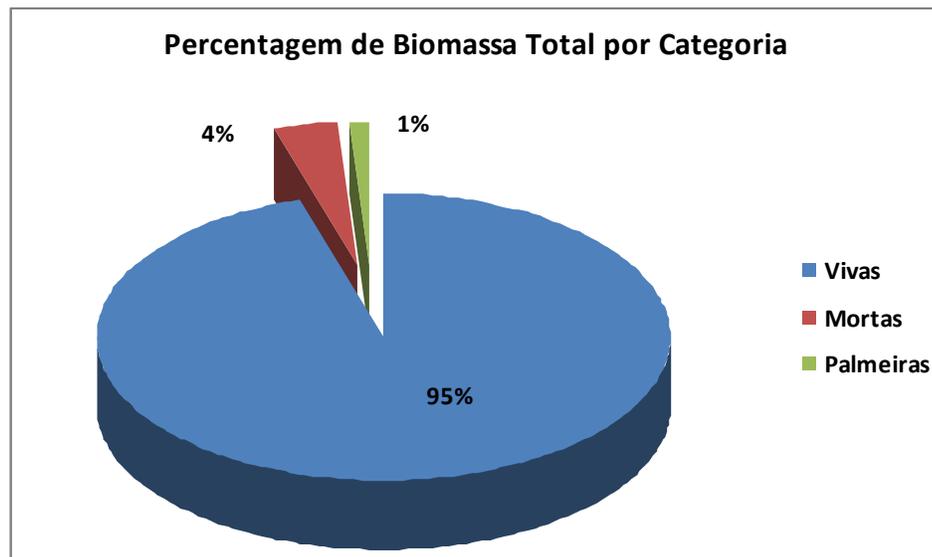


Figura 03 – Contribuição de cada categoria de biomassa em relação ao total.

Tabela 6 – Estoque de biomassa seca por categoria de biomassa e classe diamétrica.

Categoria de biomassa		Biom. Seca Total (t/ha)	IC (95,45%)
Vivas	$5 \leq \text{DAP} < 10$	31,88	$\pm 2,30$
	$10 \leq \text{DAP} < 30$	135,59	$\pm 4,15$
	$30 \leq \text{DAP} < 50$	111,03	$\pm 6,54$
	$\text{DAP} \geq 50$	166,35	$\pm 19,17$
Total Vivas		444,84	$\pm 20,31$
Mortas		16,86	$\pm 2,99$
Palmeiras		5,37	$\pm 0,93$
Total Geral		467,07	$\pm 24,23$

Onde: DAP é diâmetro à altura do peito; Biom. é biomassa em toneladas; ha é hectare; IC é intervalo de confiança.

Tabela 7 – Estoque de Carbono por categoria de biomassa e classe diamétrica.

Categoria de biomassa		Carbono Total (t/ha)	IC (95,45%)
Vivas	5 ≤ DAP < 10	15,46	± 1,12
	10 ≤ DAP < 30	65,76	± 2,01
	30 ≤ DAP < 50	53,85	± 3,17
	DAP ≥ 50	80,68	± 9,30
Total Vivas		215,75	± 17,26
Mortas		8,18	± 1,45
Palmeiras		2,61	± 0,45
Total Geral		226,53	± 18,12

Onde: DAP é diâmetro à altura do peito; t é toneladas; ha é hectare; IC é intervalo de confiança.

Tabela 8 – Estoque de CO_{2e} de cada categoria de biomassa e por classe diamétrica.

Categoria de biomassa		CO _{2E} Total (t/ha)	IC (95,45%)
Vivas	5 ≤ DAP < 10	56,69	± 4,10
	10 ≤ DAP < 30	241,13	± 7,38
	30 ≤ DAP < 50	197,44	± 11,63
	DAP ≥ 50	295,82	± 34,09
Total Vivas		791,08	± 63,29
Mortas		29,98	± 5,32
Palmeiras		9,55	± 1,65
Total Geral		830,61	± 66,44

Onde: DAP é diâmetro à altura do peito; CO_{2E} é carbono equivalente à dióxido de carbono em toneladas; ha é hectare; IC é intervalo de confiança.

ANEXO 2

ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

Daniel Magnobosco Marra

1. Conceitos

1.1. Composição Florestal

Um levantamento fitossociológico tem por objetivos a quantificação da composição florística, estrutura, funcionamento, dinâmica e distribuição de uma determinada vegetação. Quando uma lista completa de espécies vegetais de uma área é obtida, cada espécie pode ser graduada por um coeficiente quantitativo a fim de indicar a importância de cada uma em relação às demais. Alguns dados qualitativos podem ser aplicados, tais como forma de vida, ciclos reprodutivos, estágio de desenvolvimento, sociabilidade e estratificação, ou ainda dados quantitativos como abundância, cobertura e frequência (Cardoso *et al.* 2002)

A primeira parte de um levantamento fitossociológico é a caracterização da composição florestal, por ser uma das características mais evidentes na estrutura da comunidade, e podemos analisá-la por meio da interpretação de tabelas que mostram o nome vulgar, o nome científico e a família das espécies que ocorrem no local em estudo (Lamprecht, 1962; Longhi, 1980; Carvalho, 1982). A interpretação dessas tabelas permite ao pesquisador conhecer as famílias, gêneros e espécies que ocorrem na área, quantificá-las e compará-las, para fins ecológicos, com áreas semelhantes do mesmo bioma. Em um inventário florestal, além da finalidade ecológica, essa caracterização é importante para identificar espécies de interesse econômico madeireiro e não-madeireiro.

1.2. Estrutura horizontal

Segundo Montoya Maquim (1966) os métodos de análise estrutural têm sido abordados por diversos autores, que discutem a estrutura baseada em características fisionômicas – estruturais da vegetação e características de habitat. Entretanto, outros autores como Cain e Castro (1959), Lamprecht (1964) e Finol (1971), desenvolveram a técnica de análise estrutural baseada em elementos quantitativos como abundância, dominância, frequência e valor de cobertura. Nesse trabalho analisou-se a estrutura horizontal por meio dos índices fitossociológicos de abundância (Ab), frequência (F), dominância (Do) e índice de valor de importância (IVI), que serão explicados a seguir.

1.2.1. Abundância ou Densidade (D)

Abundância ou densidade é o número de árvores de cada espécie por unidade área, e que pode ser expressa como abundância absoluta ou relativa. A abundância absoluta é o número de árvores de cada espécie por hectare, consistindo na participação quantitativa das diferentes espécies no local de estudo. A abundância relativa é o número de árvores de cada espécie, em relação ao número total de indivíduos expresso em porcentagem. O cálculo da abundância é feito da seguinte maneira:

$$DA_i = \frac{n}{A}$$

$$DR_i = \left(\frac{DA_i}{\sum_{i=1}^p DA_i} \right) \cdot 100$$

Em que:

DA_i = densidade absoluta de i-ésima espécie;

n_i = número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie;

A = área amostrada em hectares;

DR_i = densidade relativa da i-ésima espécie;

p = número total de espécies amostradas.

1.2.2. Freqüência (F)

Expressa a uniformidade da distribuição horizontal de cada espécie no terreno. Ou seja, caracteriza a presença das mesmas dentro das unidades amostrais em que ocorre e é expresso em porcentagem (Scolforo,1993). Somente se compara a freqüência quando as amostras são do mesmo tamanho.

É possível analisar a freqüência de duas maneiras: de forma absoluta e de forma relativa. A freqüência absoluta expressa a porcentagem de parcelas em que cada espécie ocorre. A freqüência relativa é a porcentagem de ocorrência de uma espécie em relação à soma das freqüências absolutas de todas as espécies. O cálculo das freqüências é mostrado abaixo.

$$FA_i = \left(\frac{u_i}{u_t} \right) \cdot 100$$

$$FR_i = \left(\frac{FA_i}{\sum_{i=1}^p FA_i} \right) \cdot 100$$

Em que:

FA_i = frequência absoluta da i-ésima espécie, em porcentagem;

u_i = número de unidades amostrais em que a i-ésima espécie está presente;

u_t = número total de unidades amostrais;

FR_i = frequência relativa da i-ésima espécie, em porcentagem;

p = número total de espécies amostradas.

1.2.3. Dominância (Do)

A dominância informa a densidade da espécie, contudo em termos de área basal, identificando sua dominância sob esse aspecto. Esse valor indica o potencial produtivo da floresta e a concorrência entre as espécies, sendo calculada mediante a área basal dos troncos a 1,30 m do nível do solo. A dominância absoluta (DoA) é a soma das áreas transversais dos indivíduos pertencentes a uma mesma espécie, por unidade de área.

A dominância relativa (DoR) indica a porcentagem da área basal de cada espécie que compõe a área basal total de todas as árvores de todas as espécies por unidade de área. Maiores valor de DoA e DoA indicam que a espécie exerce dominância no local amostrado em termos de área basal por hectare. Esse parâmetro é calculado da seguinte forma:

$$DoA_i = \left(\frac{G_i}{A} \right)$$

$$DoR_i = \left(\frac{DoA_i}{\sum_{i=1}^p DoA_i} \right) \cdot 100$$

Em que:

DoA_i = dominância absoluta da i-ésima espécie, em m^2/ha ;

G_i = área basal da i-ésima espécie, em m^2 ;

A = área amostrada em hectares;

DoR_i = dominância relativa da i -ésima espécie, em porcentagem;

p = número total de espécies amostradas.

1.2.4. Índice de Valor de Importância (IVI)

Segundo Lamprecht (1964), o IVI (índice de valor de importância) é a soma dos valores relativos de densidade, dominância e frequência. O IVI permite integrar esses índices, caracterizando a estrutura florística da floresta analisada e informando a importância ecológica da espécie em termos de distribuição horizontal. (Jardim & Hosokawa, 1987).

O IVI é aplicado na determinação da importância de cada espécie dentro da comunidade florestal, pois, quanto maiores os valores de densidade, dominância e frequência apresentada por uma espécie, mais importante será no complexo florístico do povoamento florestal. O IVI é calculado pela seguinte expressão:

$$IVI_i = FR_i + DR_i + DoR_i$$

Em que:

IVI_i = índice de valor de importância para i -ésima espécie;

DR_i = densidade relativa da i -ésima espécie;

FR_i = frequência relativa da i -ésima espécie; e

DoR_i = dominância relativa da i -ésima espécie.

2. Coleta de Material Botânico

Durante a execução do inventário florestal da Flona do Pau Rosa (AM), que foi conduzido pelo Laboratório de Manejo Florestal (LMF) do INPA foram coletadas amostras botânicas dos indivíduos arbóreos presentes nas parcelas instaladas para amostragem da estrutura da vegetação. A coleta foi realizada assim que as equipes de inventário passavam por cada unidade amostral de 20 x 125m (parcelas permanentes e temporárias), e foram coletadas apenas as amostras dos indivíduos plaqueteados nos primeiros 20 x 25 m de cada unidade amostral.

A equipe de coleta foi composta por três pessoas e o material de interesse foi acessado por meio de podão e/ou escalada, que foi realizada por meio de esporas metálica e peconha. Em alguns casos, quando as duas técnicas acima citadas não foram suficientes, um profissional habilitado realizou a coleta com o auxílio de uma arma de fogo calibre 16. A partir de uma ramificação onde o coletor poderia fixar-se, os ramos férteis ou estéreis foram cortados com um podão conectado a varas de alumínio, erguida do chão por uma corda. Para

árvores entre 35-50 cm de DAP, sem um indivíduo próximo que possibilitasse a subida com peconha, utilizou-se garras.

As amostras botânicas foram prensadas e secas em estufa elétrica e posteriormente conservadas em álcool (70%). As características do fuste, filotaxia, exsudados, foram anotadas em ficha de campo pré-elaborada a fim de auxiliar a identificação. Em seguida, essas amostras foram identificadas por pesquisadores especialistas em dendrologia e comparadas com exsicatas disponíveis no herbário do INPA, além de consultas à literatura especializada (Ribeiro *et al.*, 1999; Souza & Lorenzi, 2002; Carneiro, 2004).

Além de ajudar na identificação das espécies arbóreas presentes nas parcelas utilizadas no inventário florestal, a equipe de coleta de material botânico coletou também espécies férteis encontradas ao longo das trilhas abertas pelo LMF e comunitários. Outro importante objetivo do trabalho desta equipe é disponibilizar materiais férteis e exsicatas de qualidade para herbários, assim como registrar a presença das espécies na área da Unidade de Conservação estudada. Espécies arbóreas férteis de outros ambientes, como de igapó, também foram coletadas nesta expedição.

Para a organização da lista florística foi utilizada a classificação botânica APG II (citação) disponível em Souza e Lorenzi (2005). Os nomes científicos foram atualizados e conferidos em listas florísticas, livros e através do site do Missouri Botanical Garden (www.mobot.org).

A maioria dos inventários realizados na Amazônia são embasados em coletas inapropriadas e insuficientes para que a identificação científica seja eficiente. Uma forma de minimizar os erros de identificação dos inventários florestais, assim como de reduzir o número de espécies não conhecidas, é a inclusão de equipes exclusivas responsáveis pelo estudo da composição florística da vegetação.

3. Distribuição diamétrica

O conhecimento da distribuição diamétrica é um indicativo da estrutura de estoque em crescimento, possibilitando a obtenção de várias conclusões silviculturais sobre o povoamento, como ciclo de corte, indicativo de ação antrópica, estágio de desenvolvimento em que se encontra a floresta e taxa de ingresso, ou seja, número de árvores que passaram de uma classe inferior para uma superior (Loetsch *et al.*, 1973). Em florestas nativas maduras e em equilíbrio a distribuição diamétrica mostra que a maioria dos indivíduos encontra-se nas classes de menor diâmetro e forma uma curva exponencial negativa ou J-invertido. (Meyer *et al.*, 1961).

4. Resultados

4.1 Abundância absoluta e relativa

As morfoespécies apresentadas na Figura 1 correspondem em termos relativos a aproximadamente 39% do total inventariado. Somente as quatro primeiras, matamatá amarelo, breu vermelho, abiurana e muiratinga, correspondem a mais de 50% das dez apresentadas. Dessas espécies apenas o breu vermelho pertence a lista de espécies comerciais exploradas pela empresa “Precious Woods Amazon” Ltda.

4.2 Frequência absoluta e relativa

Na figura 02 o comportamento do gráfico anterior é diferente. O breu vermelho (*Protium* sp.) e a abiurana (*Pouteria* sp.) ocorreram nas 81 parcelas inventariadas, ou seja, 100% de frequência. O matamatá amarelo (*Eschweilera* sp.) que é a espécie mais abundante não ocorreu em todas as parcelas. A espécie tachi vermelho (*Sclerolobium guianenses* Benth.) chama atenção, pois não é freqüente por outro lado é abundante, podendo haver uma distribuição agrupada.

4.3 Dominância absoluta e relativa

A dominância absoluta e relativa está relacionada com a área da seção transversal. Isso mostra que espécies como a Castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa* Humboldt & Bonpland) que apresentam indivíduos com grandes DAP's vão influenciar nesse destaque. Além disso, os frutos são bastante apreciados e fazem parte da renda familiar dos comunitários. O matamatá amarelo não apresenta grandes indivíduos, mas a sua abundância é grande e determinante.

4.4 Índice de Valor de Importância (IVI)

A Tabela 1 mostra a caracterização das dez morfoespécies de maior importância na Flona do Pau Rosa. Vale ressaltar, que do ponto de vista ecológico e ambiental todas tem sua importância. Por outro lado do ponto de vista econômico ainda há muitas indagações a serem respondidas. A diversidade é grande, mas pouco se aproveita. Falta tecnologia e ainda há um desperdício muito grande quando apenas 30% de uma tora é aproveitada. Do ponto de vista econômico as espécies breu vermelho, louro preto e ucuúba puna fazem parte da lista de espécies manejadas pela Mil Madeireira.

4.5 Distribuição Diamétrica

Para a Flona do Pau Rosa a distribuição diamétrica apresenta a forma de “J” invertido (Figura 4), ou seja, a maioria dos indivíduos encontram-se nas classes diamétricas inferiores. Segundo Pires-O'Brien e O'Brien (1994) a estrutura diamétrica reveste-se de grande importância, pois permite caracterizar o estoque

de madeira disponível na floresta antes de uma exploração. Dessa forma, pode-se dizer que a Flona do Pau Rosa está apta ao manejo, pois haverá estoque remanescente de indivíduos.

Considerando a legislação vigente para manejo florestal na Amazônia é possível verificar que 90% estão nas classes diamétricas inferiores ao diâmetro mínimo de corte de 50 cm. Ao passo que 5,4% estariam disponíveis para a exploração, mas havendo a necessidade de avaliar os estoques remanescentes para facilitar a tomada de decisão.

Nos processos estimativos envolvendo o uso de equações de regressão, o diâmetro sempre se constitui na primeira variável independente, por ser de fácil mensuração e normalmente apresentar alta correlação com o volume, peso e com outras variáveis dependentes (Machado, 2003). Isso pode ser exemplificado pelo grupo do laboratório de manejo florestal do Inpa, que ao desenvolver equações, os modelos que apresentam a altura total como variável independente juntamente com o DAP, apresentam um ajuste mais preciso do que os modelos com a variável DAP somente, porém para os inventários na Amazônia torna-se complicado a obtenção da altura durante o inventário, fazendo com que os modelos com o DAP sejam bem mais utilizados.

4.6 Composição Florística

No total, foram coletadas 265 espécies distribuídas em 104 gêneros e 43 famílias botânicas. Das 265 espécies amostradas, 33 ainda não tiveram identificação confirmada (Tabela 2). Dentre essas famílias da tabela, as que possuem maior riqueza são: Fabaceae (33 espécies), Rubiaceae (15 espécies), Lauraceae (13 espécies) e Sapotaceae (12 espécies). Dentro da família Fabaceae a subfamília Caesalpinioideae apresentou 13 espécies, representando 39% da riqueza da família. Nessa subfamília encontra-se a espécie *Copaifera multijuga* (Copaíba) reconhecida economicamente por seu óleo que tem múltiplos usos medicinais.

Na Figura 5 estão representadas as famílias mais ricas, as quais representam aproximadamente 50 % de todas as espécies identificadas. A maioria das famílias mais ricas apresenta espécies congênicas, ou seja, espécies de mesmo gênero. Na família Sapotaceae, uma das famílias mais ricas do inventário, cinco pertencem ao gênero *Pouteria*, quatro ao gênero *Micropholis* e três espécies ao gênero *Chrysophyllum*. No Brasil ocorrem 14 gêneros e cerca de 200 espécies dessa família, principalmente na floresta Amazônica (Souza e Lorenzi 2005) e as espécies são caracterizadas pela presença de látex, geralmente branco, em todas as partes da planta.

Todas as espécies da família Burseraceae são do gênero *Protium*, que apresentou 10 espécies e é o gênero mais rico dentre todos os amostrados.

Myrcia e *Aniba* apresentaram quatro espécies cada uma e *Duguetia*, *Guatteria*, *Licania*, *Ocotea*, *Psychotria* e *Xylopia* seguem com três espécies cada uma. *Eschweilera* e *Miconia*, apesar de não comporem as famílias mais ricas, se enquadram dentre os gêneros com maior riqueza florística (6 e 5 espécies, respectivamente).

Referências

- Cain, S. A.; Castro, G. M. de O. 1959. *Manual of Vegetation Analysis*. Hafner Publishing Company. New York. p. 325.
- Cardoso, E.; Moreno, M. I. C; Guimarães, A. J. M. Estudo Fitossociológico em área de Cerrado Sensu Stricto na Estação de Pesquisa e Desenvolvimento Ambiental Galheiro – Perdizes, MG. *Caminhos de Geografia*, v. 3, n. 5, p. 30-43.
- Carvalho, J.O.P. 1982. *Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do Tapajós no estado do Pará*. Curitiba, Paraná. Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal – Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná. 63p.
- Carneiro, V.M.C. 2004. Composição florística e análise estrutural da floresta primária de terra firme na bacia do Rio Cuieras, Manaus/AM. *Dissertação de mestrado*, Inpa/Ufam, Manaus. 67 pp.
- Finol, U. H. 1964. Estudio silvicultural de algunas especies comerciales en el bosque universitario El Caimital. Estado Barinas. *Ver. For. Ven.* 12(17):81-100.
- Jardim, F. C. S.; Hosokawa, R. T. 1987. Estrutura da floresta equatorial úmida da estação experimental de silvicultura tropical do INPA. *Acta Amazonica*, (16/17):411-508.
- Lamprecht, H. 1964. Ensayo sobre la estructura florística de la parte sur oriental Del Bosque Universitario “El Caimital” Estado Barinas. *Ver. For. Venez.*, 7(10/11): 77-119.
- Longhi, S. J. 1980. *A Estrutura de uma Floresta Natural de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze*, Sul do Brasil. Curitiba. Dissertação de Mestrado. UFPr. p.198.
- Loetsch, F.; Zöhrer, F.; Haller, K.E. 1973. *Forest inventory*. BLV Verlagsgesellschaft. Volume 2. 469p.
- Machado, S.A.; Figueiredo Filho, A. 2003. *Dendrometria*. Curitiba. 309p.
- Montoya Maquin, J.M. 1966. El escuerdo de Yangambi (1956) como base para una nomenclatura de tipos de vegetación em el trópico americano. *Turrialba*. 16(12):80-169.
- Radambrasil. 1978. Programa de Integração Nacional. Levantamentos de Recursos Naturais. V. 10 (Santarém) - RADAM (projeto) DNPM, Ministério de Minas e Energia. Brasil. 626p.
- Ribeiro, J.E.L. da S.; M.J.G. Hopkins; A. Vicentini; C.A. Sothers; M.A. da S. Costa; J.M. de Brito; M.A.D. de Souza; L.H.P. Martins; L.G. Lohmann; P.A.C.L. Assunção; E.

da C. Pereira; C. F. da Silva; M.R. Mesquita & L.C. Procópio. 1999. *Flora da Reserva Ducke: Guia de Identificação das Plantas Vasculares de uma Floresta de Terra-firme na Amazônia Central*. INPA, Manaus.

Pires-O'Brien, M. J.; O'Brien, C. M. *Ecologia e Modelamento de Florestas Tropicais*. Belém: FCAP, Serviço de Documentação Informação, 1994. 400 p. Cap 4.

Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2005. *Botânica sistemática: Guia Ilustrado Para a Identificação das Famílias de Angiospermas da Flora Brasileira, Baseado em APG II*. Instituto Plantarum, Nova Odessa (SP).

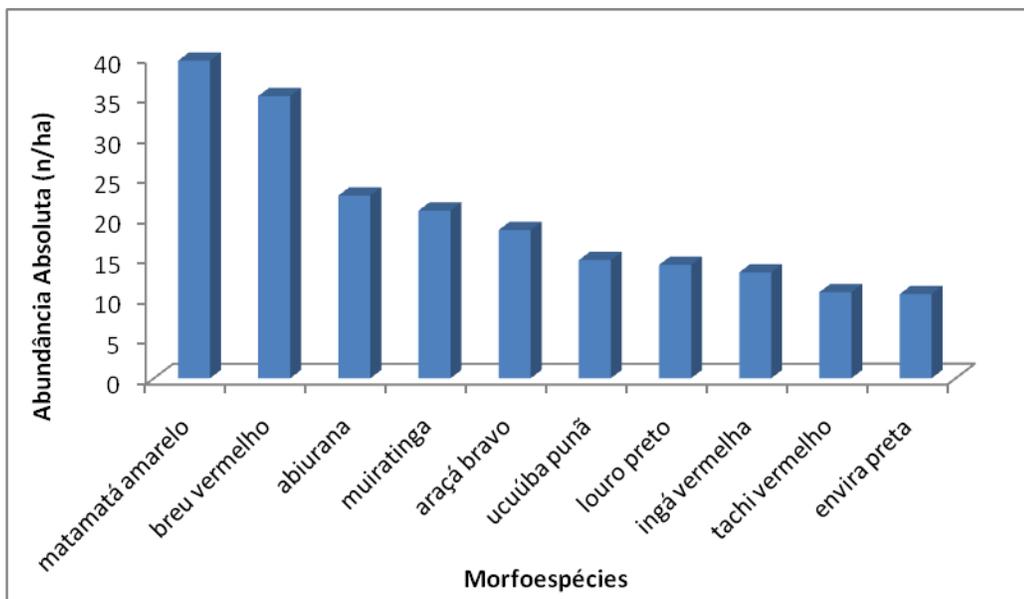


Figura 01 – Indivíduos mais abundantes encontrados na Flona do Pau Rosa.

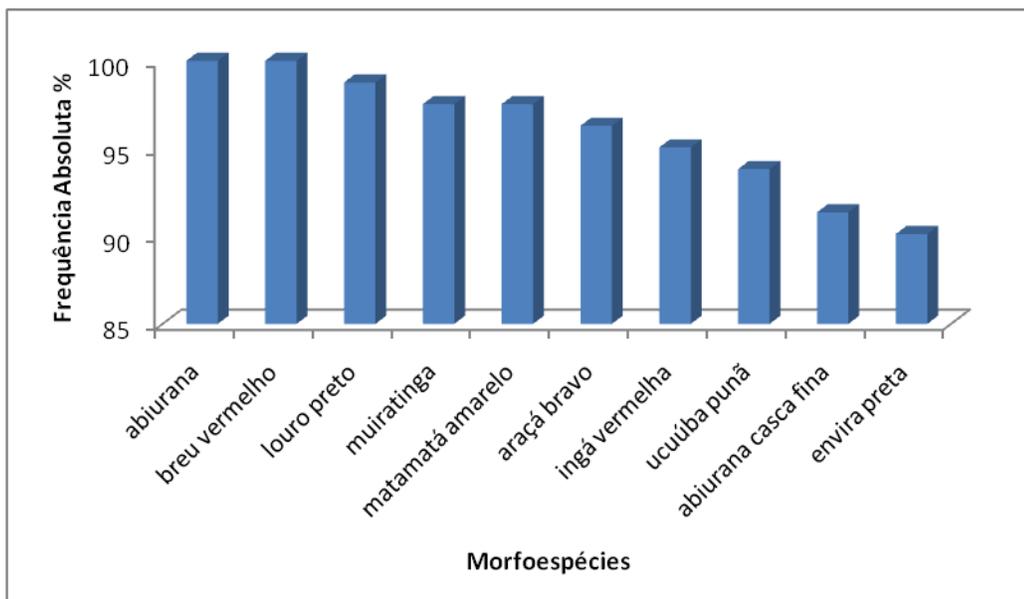


Figura 02 – Indivíduos com maior frequência absoluta encontrados na Flona do Pau Rosa.

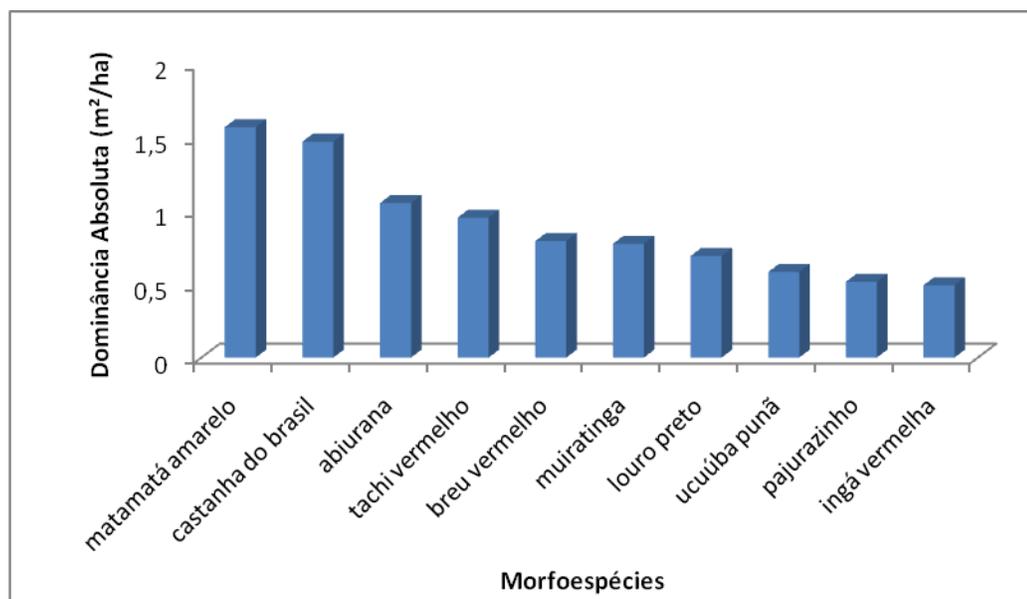


Figura 03 – Indivíduos com maior dominância absoluta encontrados na Flona do Pau Rosa.

Tabela 1 – Indivíduos com maior Índice de Valor de Importância (IVI) na Flona do Pau Rosa.

Nome vulgar	Nome Científico	IVI(%)
matamatá amarelo	<i>Eschweilera</i> sp.	4,80
breu vermelho	<i>Protium</i> sp.	3,63
abiurana	<i>Pouteria</i> sp.	3,17
muiratinga	<i>Naucleopsis ulei</i> (Warburg) Ducke	2,72
tachi vermelho	<i>Sclerolobium guianenses</i> Benth.	2,24
louro preto	<i>Ocotea</i> sp.	2,11
ucuúba puna	<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	2,09
araçá bravo	<i>Myrcia</i> sp.	2,04
castanha do brasil	<i>Bertholletia excelsa</i> Humboldt & Bonpland	1,93
ingá vermelha	<i>Inga</i> sp.	1,90

Onde: IVI é Índice de Valor de Importância.

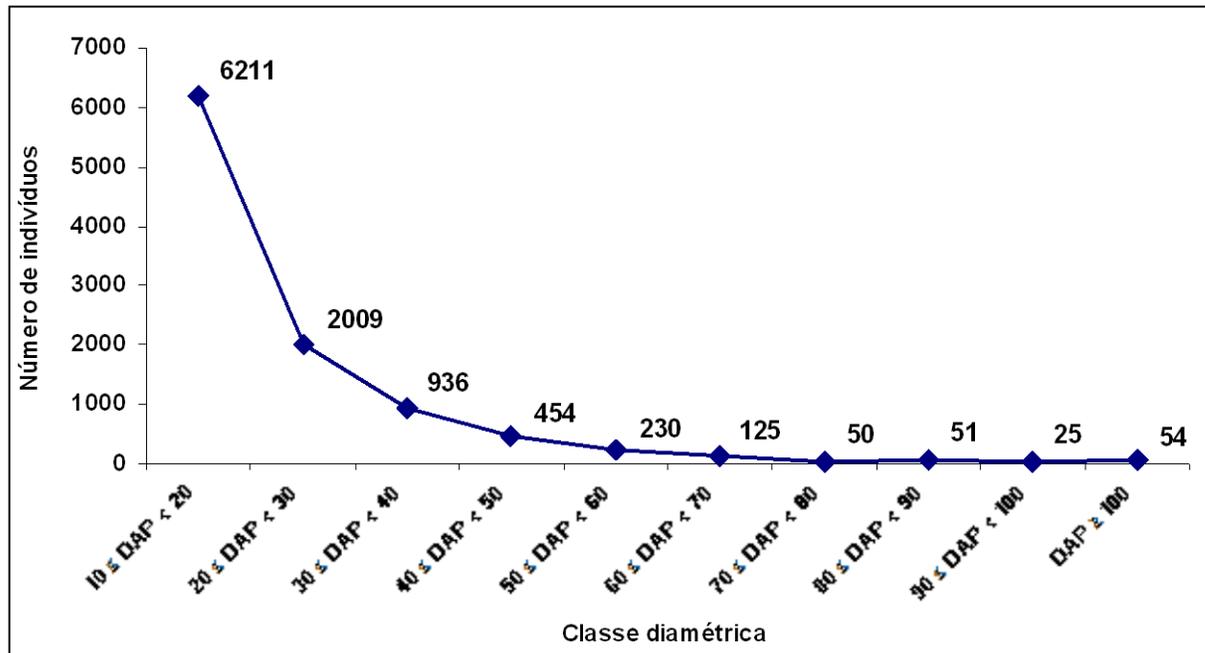


Figura 4 – Distribuição diamétrica da Flona do Pau Rosa.

Tabela 2 – Lista das espécies arbóreas encontradas na amostragem da floresta de terra da Flona do Pau Rosa, que está localizada no município de Maués, Amazonas.

1. ANACARDIACEAE (1 gên., 1 sp)
<i>Astronium</i> cf. <i>le-cointei</i> Ducke
2. ANNONACEAE (7 gên., 11 spp)
<i>Bocageopsis multiflora</i> (Mart.) R.E.Fr
cf. <i>Guatteria</i>
<i>Duguetia</i> sp.
<i>Duguetia stelechantha</i> (Diels) R.E.Fr.
<i>Duguetia trunciflora</i> A.H.Gentry & Maas
<i>Guatteria citriodora</i> Ducke
<i>Guatteria megalophylla</i> Diels
<i>Pseudoxandra coriacea</i> R.E.Fr.
<i>Xylopia benthamii</i> R.E.Fr
<i>Xylopia polyantha</i> R.E.Fr.

Xylopia sp.

3. APOCYNACEAE (3 gên., 3 spp)

Ambelania acida Aubl.

Lacmellea aculeata (Ducke) Monach.

Tabernaemontana undulata Vahl.

4. ARACEAE (1 gên., 1 sp)

n.i. 1

5. ARECACEAE (1 gên., 1 sp)

n.i. 2

6. BURSERACEAE (1 gên., 9 spp)

Protium apiculatum Swart

Protium cf. *divaricatum* Engl. ssp. *divaricatum*

Protium cf. *gallosum* Daly

Protium laxiflorum Engl.

Protium pilosissimum Engl.

Protium subserratum (Engl.) Engl.

Protium spruceanum (Benth.) Engl.

Protium sp.

Protium pilosissimum Engl.

7. CELASTRACEAE (1 gên., 1 sp)

Maytenus guianensis Klotzsch

8. CHRYSOBALANACEAE (4 gên., 9 spp)

Couepia bracteosa Benth.

Couepia sp.

Hirtella duckei Huber

Hirtella sp.

cf. *Licania*

Licania micrantha Miq.

<i>Licania</i> sp.
<i>Licania</i> sp2.
<i>Parinari montana</i> Aubl.
n.i. 3
9. CLUSIACEAE (3 gên., 5 spp)
<i>Garcinia</i> cf. <i>madruno</i> (Kunth in H.B.K.) Hammel
<i>Symphonia globulifera</i> L.
<i>Synphonia</i> sp.
<i>Tovomita gracilipes</i> Planch. & Triana
<i>Tovomita</i> sp.
10. COMBRETACEAE (1 gên., 2 spp)
<i>Buchenavia parvifolia</i> Ducke
n.i. 4
11. CONNARACEAE (1 gên., 1 sp)
<i>Connarus perrotteti</i> (DC.) Planch.
12. DUCKEODENDRACEAE (1 gên., 1 sp)
<i>Duckeodendron cestroides</i> Kuhlmann
13. EBENACEAE (1 gên., 1 sp)
<i>Diospyros</i> sp.
14. ELAEOCARPACEAE (1 gên., 2 spp)
<i>Sloanea floribunda</i> Spruce ex Benth.
<i>Sloanea rufa</i> Planch. ex Benth.
15. ERYTHROXYLACEAE (1 gên., 1 sp)
<i>Erythroxylum citrifolium</i> St.Hil.
16. EUPHORBIACEAE (4 gên., 4 spp)
<i>Anomalocalix uleanus</i> (Pax. & K.Hoffm.) Ducke
<i>Conceveiba guianensis</i> Aubl.
<i>Mabea speciosa</i> Müll.Arg.

Nealchornia yapurensis Huber

17. FABACEAE

n.i. 5

n.i. 6

17.1. Caesalpinioideae (9 gên., 13 spp)

Copaifera multijuga Hayne

Cynometra sp.

Dialium guianense Steud.

Eperua oleifera Ducke

Macrolobium limbatum Spruce ex Benth.

Peltogyne sp.

Peltogyne sp2.

Sclerolobium micropetalum Ducke

Tachigali venusta Dwyrr

n.i. 7

n.i. 8

n.i. 9

n.i. 10

17.2. Faboideae (3 gên., 12 spp)

Dipteryx magnifica Ducke

Swartzia corrugata Benth.

Pterocarpus cf. *officinalis* Jacq.

Swartzia cf. *oblanceolata* Sandwith

Swartzia sp.

Swartzia sp2.

n.i. 11

n.i. 12

n.i. 13

n.i. 14

n.i. 15
n.i. 16
17.3. Mimosoideae (3 gên., 8 spp)
<i>Balizia elegans</i> (Ducke) Barneby & J.W.Grimes
<i>Inga</i> cf. <i>lateriflora</i> Miq.
<i>Inga</i> cf. <i>obidensis</i> Ducke
<i>Inga gracilifolia</i> Ducke
<i>Inga</i> sp.
<i>Zygia racemosa</i> (Ducke) Barneby & J.W. Grimis
n.i. 17
n.i. 18
18. GOUPIACEAE (1 gên., 1 sp)
<i>Goupia glabra</i> Aubl.
19. ICACINACEAE (1 gên., 2 spp)
<i>Emmotun nitens</i> Benth. ex Miers
<i>Emmotun acuminatum</i> (Benth.) Miers
20. LAURACEAE (5 gên., 13 spp)
<i>Aeiouea</i> cf. <i>grandifolia</i> van der Werff
<i>Aniba canelilla</i> (H.B.K.) Mez
<i>Aniba</i> cf. <i>terminalis</i> Ducke
<i>Aniba rosaeodora</i> Ducke
<i>Aniba</i> sp.
<i>Licaria</i> cf. <i>pachycarpa</i> (Meissn.) Kosterm.
<i>Mezilauros itauba</i> (Meissn.) Taubert ex Mez
<i>Ocotea delicata</i> Vicentine
<i>Ocotea</i> cf. <i>percurrens</i> Vicentini
<i>Ocotea</i> cf. <i>subterminalis</i> van der Werff
n.i. 19
n.i. 20

n.i. 21

21. LECYTHIDACEAE (1 g en., 6 spp)

Eschweilera coriacea (DC.) Mart. ex Berg.

Eschweilera micrantha

Eschweilera rhododendrifolia (Knuth) A.C.Sm.

Eschweilera sp.

Eschweilera sp2.

Eschweilera truncata A.C.Sm.

22. MALPIGHIACEAE (1 g en., 2 spp)

Byrsonima cf. *incarnata* Sandwith

Byrsonima sp.

23. MALVACEAE (4 g en., 5 spp)

Apeiba cf. *echinata* Gaertner

Bombacopsis macrocalix (Ducke) Robyns

Rhodognaphalopsis sp.

Theobroma subincanum Mart.

Theobroma sylvestre Mart.

24. MELASTOMATACEAE (2 g en., 6 spp)

Miconia gratissima Benth. ex Triana

Miconia nervosa (Sm.) Triana

Miconia sp.

Miconia sp2

Miconia sp3.

Toccoca sp.

25. MELIACEAE (2 g en., 3 spp)

Guarea scabra A.Juss.

Trichilia micrantha Benth.

Trichilia septentrionalis C.DC.

26. MEMECYLACEAE (1 g en., 1 sp)*Mouriri* sp.**27. MORACEAE (6 g en., 9 spp)***Brosimum rubescens* Taub.*Brosimum utile* (H.B.K.) Pititie ssp. *ovatifolium* (Ducke) C.C.Berg*Clarisia racemosa* Ruiz & Pav.*Clarisia* sp.*Helianthostylis sprucei* Bail.*Naucleopsis* sp.*Pseudolmedia laevis* (Ruiz & Pav.) Macbr.*Pseudolmedia* sp.*Sorocea guilleminiana* Gaudich.**28. MYRISTICACEAE (2 g en., 4 spp)**cf. *Iryanthera**Iryanthera eliptica* Ducke*Iryanthera laevis* Markgr.*Osteophloeum platyspermum* (A.DC.) Warb.**29. MYRTACEAE (5 g en., 9 spp)***Calyptranthes* sp.*Eugenia* cf. *patrisii* Vahl*Eugenia* sp.*Marlierea* sp.*Myrcia* cf. *fenestrata* DC.*Myrcia* cf. *magnoliifolia* DC.*Myrcia paivae* O.Berg*Myrcia subsericea* A.Grey*Myrsiaria floribunda* (West ex Willd.) O.Berg**30. NYCTAGINACEAE (1 g en., 4 spp)**

Neea floribunda Poepp. & Endl.

Neea ovatifolia Spruce ex J.A.Sm.

Neea sp.

n.i. 22

31. PUTRANJIVACEAE (1 gên., 1 sp)

Drypetes variabilis Uittien.

32. QUIINACEAE (2 gên., 3 spp)

Lacunaria crenata (Tul.) A.C.Sm.

Quiina amazonica A.C.Sm.

Quiina negrensis A.C.Sm.

33. RHABDODENDRACEAE (1 gên., 1 sp)

Rhabdodendron amazonicum (Spruce ex Benth.)

34. RUBIACEAE (7 gên., 15 spp)

Alibertia sp.

cf. *Borojoa*

cf. *Psychotria*

Chomelia malaneoides Müll. Arg.

Duroia longifolia Ducke

Faramea capillipes Müll.Arg.

Faramea sp.

Kutchabaea insignis Fish. ex DC.

Psychotria deflexa DC.

Psychotria sp.

Psychotria sp2.

n.i. 23

n.i. 24

n.i. 25

n.i. 26

n.i. 27

35. SALICACEAE (2 gên., 4 spp)
<i>Casearia pitumba</i> Sleumer
<i>Casearia ulmifolia</i> Vahl ex Vent.
<i>Casearia</i> sp.
<i>Ryania speciosa</i> Vahl ssp. <i>subuliflora</i> (Sandwith) Monach.
37. SAPINDACEAE (1 gên., 1 sp)
n.i. 28
38. SAPOTACEAE (4 gên., 12 spp)
<i>Chromolucuma rubriflora</i> Ducke
<i>Chrysophyllum priouri</i> A.DC.
<i>Chrysophyllum sanguinoletum</i> (Pierre) Baehni spp. <i>balata</i> (Ducke)
<i>Micropholis cylindrocarpa</i> (Poepp.) Pierre
<i>Micropholis trunciflora</i> Ducke
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre
<i>Micropholis williamii</i> Aubrév. & Pellegrin
<i>Pouteria cladantha</i> Sandwyth
<i>Pouteria erythrochrysa</i> T.D.Penn.
<i>Pouteria peruvians</i> (Aubrév.) Bernardi
<i>Pouteria petiolata</i> T.D.Penn.
<i>Pouteria</i> sp.
39. SIMAROUBACEAE (1 gên., 1 sp)
<i>Simarouba versicolor</i> St. Hil.
40. SIPARUNACEAE (1 gên., 1 sp)
<i>Siparuna</i> sp.
41. URTICACEAE (1 gên., 1 sp)
<i>Pourouma minor</i> Benoist
42. VIOLACEAE (2 gên., 3 spp)
<i>Rinorea amapensis</i> Hekking

<i>Rinorea falcata</i> (Mart. ex Eichler) Kuntze
<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav.
43. VOCHYSIACEAE (2 gên., 2 spp)
<i>Ruizterania albiflora</i> (Warm.) Marcano-Berti
<i>Erisma</i> sp.
Espécies não indentificadas
n.i. 29
n.i. 30
n.i. 31
n.i. 32
n.i. 33

Legenda: gên. = gêneros; sp. = espécie; spp. = espécies; n.i. = espécies ainda não identificas.

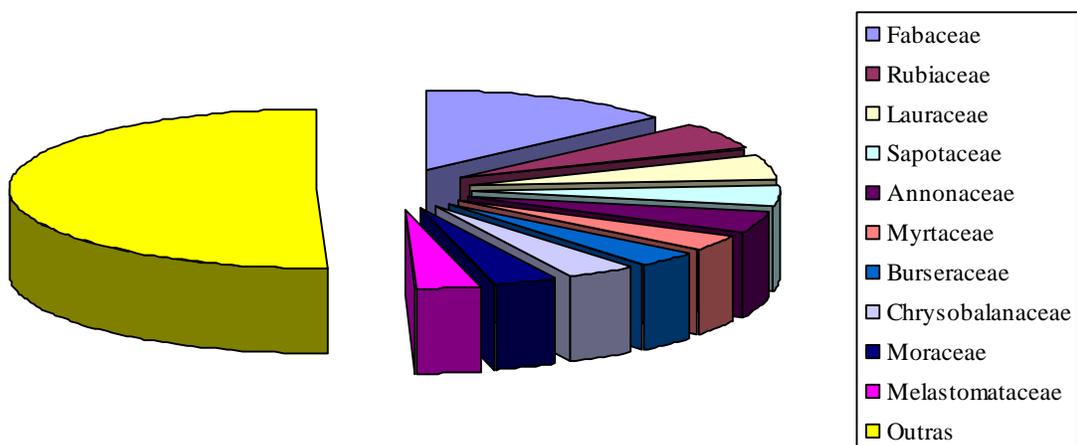


Figura 5 – Famílias de maior riqueza florística da Floresta Nacional do Pau-Rosa, Maués (AM).

ANEXO 3

MADEIRA CAÍDA

Janaína de Almeida Rocha

1. Apresentação

A madeira caída é objeto de estudo em diversos países, com diversas abordagens: desde habitat para animais, ciclagem de nutrientes até o manejo comercial deste recurso (Lofroth, 1998; Arias, 1999; Köhl *et al.*, 2008). No âmbito das mudanças climáticas, a madeira caída é um elemento da necromassa florestal. Este estudo é recomendado pelo IPCC (*Intergovernmental Panel on Climatic Changes*), como componente dos inventários nacionais de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) (IPCC, 2007).

Dentro das diretrizes de inventário de emissões do IPCC, são destacados seis setores, entre eles a Mudança do Uso da Terra e Florestas. Trata-se da área de maior complexidade para definição de metodologias. No Brasil, neste contexto o desmatamento e a mudança de florestas para culturas agricultura foram responsáveis por 75% das emissões registradas de GEE (MCT, 2004).

Portanto, existe uma grande necessidade de inventariar nossos estoques naturais de carbono, conservar as florestas, assim como manejá-las e preservá-las para as futuras gerações. Porém mesmo uma floresta natural, em perfeito equilíbrio, emite CO₂. Essa emissão pode se dar por diversos meios, a principal é pela mortalidade de árvores.

A necromassa no solo, serrapilheira grossa ou simplesmente madeira caída, são matérias orgânicas em decomposição e são significantes compartimentos na quantidade de carbono emitida pelas florestas. Muitos autores do meio científico comprovam que a necromassa contribui com até 17%, em relação à biomassa viva, em florestas naturais e podem corresponder com até 50% em florestas exploradas (Higuchi e Carvalho Jr., 1994; Saatchi *et al.*, 2007; Palace, *et al.*, 2007).

A madeira caída é parte importante da metodologia de inventário florestal desenvolvida pelo LMF/INPA. Este grupo de pesquisa gera informações sobre o compartimento da floresta supracitado, desde 2006. Diferentes aplicações para os registros de campo estão, constantemente, sendo aprimoradas. A partir de técnicas de cubagem rigorosa das árvores caídas, os objetivos principais desta atividade do Inventário Florestal na FLONA do Pau-rosa são:

- 1- Estimar o volume da madeira caída e carbono da necromassa;
- 2- Subsidiar o desenvolvimento de equações de volume ajustadas com dados locais;

- 3- Determinar a Altura Dominante (Hdom) para ajuste de equações alométricas de biomassa desenvolvidas na Amazônia central.

Adicionalmente, durante o trabalho com a madeira caída é desenvolvido junto às comunidades, pelos técnicos do LMF/INPA e do LAPSEA/INPA (Laboratório de Psicologia e Educação Ambiental), um diagnóstico a cerca dos valores locais atribuídos à floresta e aos produtos desta. Nestas ocasiões, a madeira caída é abordada como produto florestal com potencial de manejo.

Esta equipe considera os resultados da metodologia aplicada como satisfatórios, e a madeira caída como uma possível alternativa econômica às comunidades em Unidades de Conservação. Nesse contexto, são apresentados por este trabalho os elementos necessários aos planos de manejo florestal e discutidas as potencialidades do manejo comunitário de madeira caída.

A seguir, os resultados do trabalho de inventário de madeira caída na Floresta Nacional do Pau Rosa estão relatados em quatro tópicos principais. Entre dados técnicos e contextualização socioambiental, no que concerne às comunidades amazônicas em Unidades de Conservação, este relatório pretende contribuir com o planejamento de gestão da Floresta Nacional do Pau Rosa.

2. Unidades de conservação de uso sustentável e o manejo florestal comunitário

As áreas protegidas são consolidadas pela Convenção da Diversidade Biológica (1992) como o pilar central das estratégias de conservação da biodiversidade no planeta (Mulongoy e Chape, 2004). No entanto, o modelo que caracteriza as áreas protegidas como território demarcado apenas para preservação e contemplação da natureza é inaplicável às zonas tropicais do planeta (Brandon, *et.al.*, 1998). Cerca de 500 milhões de pessoas no mundo dependem diretamente dos recursos florestais para subsistência e 2/3 destes indivíduos habitam áreas com florestas tropicais (White; Martin, 2002).

O Brasil, no aprimoramento da regulamentação de gestão destes territórios, sinaliza investimento em modelos de conservação que valorizam a interface entre manutenção de populações humanas habitantes locais e conservação da biodiversidade (Lei 9.985/2000-SNUC; Dec. 6.874/2009). As áreas protegidas no Brasil são diferenciadas em duas políticas gestão: Reservas indígenas (FUNAI – Fundação Nacional do Índio) e Unidades de Conservação (MMA/ICMBio– Ministério do Meio Ambiente, Instituto Chico Mendes de conservação da Biodiversidade; Estados e Municípios).

A legislação brasileira define como Unidade de Conservação (UCs): “*espaço territorial e seus recursos ambientais, legalmente instituídos pelo poder público*

com objetivo de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção” (Lei 9.985/2000-SNUC). O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) é composto por áreas municipais, estaduais e federais que serão geridas pelas referentes esferas de administração pública. O SNUC determina que as Unidades de Conservação Federais sejam regidas em 12 classificações, agrupadas em duas categorias (Figura 1).

Esta Lei enfoca as UCs de uso sustentável como passíveis de ação de manejo e comércio de produtos florestais. Ressalta também, como objetivo das Unidades de conservação de uso sustentável, a manutenção das comunidades locais e proteção ao patrimônio cultural associado.

O uso dos recursos naturais na geração de renda por comunidades é comum em países tropicais. Na Amazônia, os principais produtos extraídos da flora nativa são óleos, resinas, cipós, palhas, sementes e frutos com emprego alimentício, medicinal e artesanal, variando em cada região. Ainda com a flora em tela, a madeira é utilizada em toda Amazônia para comércio, serviços e subsistência quanto à habitação, geração de energia, embarcações e ferramentas.

Os baixos preços e a sazonalidade da produção dos recursos extrativistas estimulam as comunidades a buscarem formas alternativas de gerar renda a partir do recurso madeireiro (Amaral e; Amaral Neto, 2005). Contudo, o comércio de madeira não tem contribuído no aumento da renda destas comunidades, pois está sendo praticado como forma de obter recurso financeiro de maneira rápida e desorganizada (Amacher et al.,2009).

A madeira, produto com alta liquidez de mercado é uma opção de mercado atraente às comunidades em unidades de conservação (UC) da Amazônia. Entretanto, vários autores (Arias, 1999; Holmes, 1999; Ritchie et.al., 2000) concordam e ressaltam os seguintes fatores determinantes para a consolidação do Manejo Florestal Comunitário: fortalecimento da organização social local, crédito, tecnologia adequada, acesso ao mercado. Higuchi (2006) afirma que ainda são escassos os estudos em tecnologia para otimizar o aproveitamento das madeiras amazônicas, concluindo: *“enquanto se aguarda tecnologia adequada para o manejo de florestas vivas é possível que as comunidades utilizem a madeira caída com criatividade e profissionalismo”*.

Ao se pensar no potencial madeireiro e não madeireiro da floresta amazônica, não se pode agir pelos métodos empíricos na exploração destes recursos. Hoje, muitas são as ferramentas de planejamento e monitoramento desenvolvidas pela ciência para salvaguardar aos princípios básicos do manejo florestal, direcionados à conservação da paisagem. A disponibilização de tecnologia adequada para agregação de valor, à produção florestal por

comunidades em UCs, deve ser incentivada pelas instituições gestoras, na busca de parceria com instituições de pesquisa e fomento ao desenvolvimento local.

3. Desenvolvimento das atividades e referencial teórico

O trabalho no campo ocorreu entre 11 de fevereiro de 2009 e 02 de março de 2009. Foram diretamente envolvidas na execução deste trabalho, nove comunidades que a poligonal da Floresta Nacional do Pau Rosa abrange. Reuniões com as comunidades para apresentação da equipe e esclarecimentos sobre o trabalho, e ainda a agregação de comunitários locais na equipe de inventário florestal, fizeram parte deste trabalho. A área de amostragem foi instalada em 19 hectares, compreendendo 36 parcelas de 0,25ha e 25 intervalos entre parcelas, distribuídas aleatoriamente na Flona do Pau-Rosa.

Foi realizada a mensuração das árvores caídas naturalmente. Nestas, foram obtidos os valores de DAP (diâmetro à altura do peito: 1,30 m da base da árvore), Hc (altura comercial: medida da base da árvore descontando os sapopemas, quando houver, até a primeira bifurcação ou defeito na tora) e Ht (altura total: medida da base da árvore onde estava solo até o mais alto galho da copa). Adicionalmente, é caracterizada visualmente a porcentagem de aproveitamento da tora em cinco categorias: 0% -totalmente deteriorada, 25%, 50%, 75% e 100% - intacta. Para tanto, considera-se que a madeira não precisa necessariamente ser retirada em pranchões ou tábuas, é ponderado que a madeira caída pode ser aproveitada em outros nichos de mercado como: biojóias, marchetaria, movelaria e pequenos objetos de madeira.

Procedeu-se a cubagem rigorosa com a combinação do método de mensuração das toras proposto por Smalian, e a fórmula para cálculo do volume descrita por Hohenald (Equação 1). Ou seja, a técnica de cubagem adotada pelo LMF/INPA divide a tora de madeira em 10 partes iguais com base na sua altura comercial, em seguida são mensurados os diâmetros das extremidades de cada secção (Figura 2) e posteriormente aplicada a fórmula mencionada aos dados gerados.

As morfoespécies (nome popular) das árvores são identificadas pelos auxiliares de campo e comunitários, quando possível. Aleatoriamente, amostras da madeira são coletadas e encaminhadas à xiloteca do INPA para identificação das famílias, gêneros e espécies, a partir do método de comparação macroscópica (Figura 3).

Depois de coletados todos os dados necessários, o volume real das árvores caídas foi calculado a partir da fórmula explícita na Equação 1. Em seguida, a partir destes valores foram ajustadas equações de volume para os dados da Flona do Pau Rosa, utilizando análise estatística de regressão. Para o ajuste, foram

utilizados modelos tradicionais conhecidos na literatura (Tabela 4). A seleção dos modelos foi feita pelo maior coeficiente de determinação, menor erro padrão da estimativa e mais homogênea distribuição de resíduos.

As equações de volume são ferramenta básica e de fundamental importância no planejamento de atividades florestais (Baima *et al.*, 2001; Segura, 2005). O emprego de equações de simples entrada, utilizando o DAP como única variável independente é praxe para estimativas de volume de árvores em pé, em florestas nativas. Assim são evitados possíveis erros não amostrais associados à medição da variável altura.

No entanto, a utilização de equações de volume de dupla entrada, considerando o DAP e a altura, é mais indicada para métodos que derrubam as árvores (ou quando elas já estiverem caídas naturalmente), no qual, esta segunda variável pode ser medida com precisão. A estimativa do volume de madeira aplicando-se a altura das árvores no modelo é uma prática que proporciona a avaliação da distinção desta variável dependente, o que indica a diferenciação entre os sítios.

Existem diversas equações de volume que são elaboradas para outras localidades, (Queiroz, 1984; Silva e Carvalho, 1984; Higuchi e Ramm, 1985; Silva, 1996; Higuchi, 1998; Rolim *et al.*, 2005; Silva, 2007) e são usadas para toda a região amazônica. Tendo em vista que cada sítio florestal possui características próprias e inerentes às variações de relevo, clima e vegetação, a extrapolação destes modelos é um equívoco. Devem ser valorizados os trabalhos que divulguem equações em escalas menores, com uma abordagem local, para gerar modelos mais reais e ajustados aos sítios em tela (Rolim *et al.*, 2005).

Para a estimativa de biomassa e necromassa, foram utilizadas as equações desenvolvidas por Santos (1996) e Silva (2007), estes autores utilizaram o método mais confiável para a descrição da biomassa: método destrutivo, no qual para a obtenção dos coeficientes dos modelos, as árvores são derrubadas e processadas, sendo rigorosamente pesados em balança todos os compartimentos da árvore, inclusive as raízes grossas e a serragem desprendida pelo desdobro.

Para adequação destas equações ao sítio estudado, tendo em vista que as mesmas foram desenvolvidas na Amazônia central (região de Manaus), foi calculado um fator de correção a partir da altura dominante (H_{dom}) da floresta. Trata-se da utilização da média da altura total de 20% das árvores com maior DAP. Esta H_{dom} é confrontada com a H_{dom} do sítio de desenvolvimento do modelo, gerando um fator de correção (Equação 2) para locais em que a altura é maior, ou menor, que a do sítio de desenvolvimento dos modelos, adequando as estimativas à floresta local.

A altura possui alta correlação com o peso fresco da árvore (Variável dependente da alometria para biomassa florestal). A Hdom é uma variável muito utilizada no ramo florestal. Principalmente para classificação de sítio e comparação de florestas. Valendo-se da correção a partir deste fator de alturas, é possível aplicar a equação e estimar a biomassa em regiões diferentes de Manaus, com maior precisão. Portanto, ao determinar a proporcionalidade média de altura, das árvores dominantes da floresta, comprova-se que a floresta Amazônica é de fato diversa em quantidade de biomassa por sítio, e que a localização geográfica influencia a sua estrutura.

4. A Madeira Caída na Floresta Nacional do Pau-Rosa

Foram amostradas 303 árvores caídas na Flona do Pau-rosa, das quais 141 foram rigorosamente cubadas. Para identificação anatômica das espécies, foram coletadas 90 amostras de madeira caída. No entanto, apenas 77 puderam ser identificadas devido a campos degradados na amostra, que impossibilitaram a visualização dos planos de observação (Radial, Transversal e Tangencial).

A diversidade de madeiras caídas amostradas compreende 23 famílias, subdivididas em 46 gêneros com 62 espécies. A família inventariada com maior número de indivíduos para madeira caída foi a Sapotaceae, seguida por Caesalpiniaceae, Lauraceae e Lecythydaceae (Figura 4).

As árvores cubadas proporcionam: (i) dados descritivos (Tabela 1), (ii) análise de qualidade da madeira caída (Tabela 2), (iii) o volume de madeira caída (Tabela 3), (iv) ajuste de equações de volume para a floresta estudada (Tabela 4).

Os DAP's das árvores caídas variaram de 10,0 a 126,0 cm, as alturas comerciais de 2,0 a 27,0 m e as alturas totais entre 11,0 e a 44,8 m. A média de DAP coletado foi 38,6 cm e a altura 23,6 m (Tabela 1).

Além dos tradicionais dados descritivos, para a madeira caída é possível descrever a amostra por taxa de aproveitamento (Tabela 2). Esta, no entanto, é assumida de forma empírica, ou seja, no olho de quem está medindo. Esta é uma das atividades que ainda precisam ser melhoradas. Sabe-se que a decomposição de uma determinada tora depende de diversos fatores (espécie, posição da árvore, etc.).

O volume de cada árvore foi calculado de acordo com seu aproveitamento. Uma árvore com aproveitamento de 100% teve seu volume calculado normalmente. No entanto uma com apenas 50% o valor calculado é reduzido pela metade, assim sucessivamente para as outras categorias de aproveitamento. Para as árvores com 0% de aproveitamento, os valores são obtidos, mas desconsiderados na estimativa de volume aproveitável.

A amostragem de árvore caída revela também um potencial inegável da utilização de madeira deste compartimento florestal (Tabela 2). Como se tratam de árvores mortas, portanto fora das possibilidades de influenciar na dinâmica de recrutamento florestal, não há necessidade de excluir as árvores menores que 50 cm de DAP de um possível plano de utilização deste compartimento florestal. O volume de madeira caída calculado comprova uma oportunidade interessante para geração de renda pelas comunidades.

A partir do volume calculado, foram testados sete modelos (Tabela 4), dois de simples entrada (dependendo de apenas o DAP) e cinco de dupla entrada (com altura comercial). Os modelos que dependem da altura como variável, devem ser empregados apenas para estimativa de árvores caídas. Para a floresta em pé sugere-se o uso de equações de simples entrada tendo em vista que no inventário florestal a altura não é coletada. Este banco de dados foi analisado com auxílio dos softwares Office Excel 2007 e Systat 12, empregando-se análise de regressão e ANOVA.

Do ajuste das equações são gerados os erros ($S_{y.x} \%$), coeficientes de correlação (R^2) e gráficos de distribuição de resíduos. Estes são parâmetros de comparação de equações e fatores que determinam a decisão do modelo a ser utilizado. A Tabela 4 apresenta o resultado dos testes e a Figura 5 os gráficos de distribuição dos resíduos.

Na Tabela 4, é notável que apenas a equação de volume nº 4 apresentou um erro ($S_{y.x} \%$) superior a 10%, todas as outras apresentam erros bem inferiores, isso representa que todos os modelos estão habilitados para estimar volume comercial. Mesmo que uma delas tenha ultrapassado limite de erro de 10% (apenas 10,37%). O mesmo se observa nos coeficientes de correlação, todos demonstram que a variação da floresta está contemplada na equação (o valor máximo é 1,00).

Um detalhe que deve ser exaltado é o fato que não uma grande diferença quando comparamos modelos de dupla entrada e de simples entrada. Considerando as premissas de que a altura é uma variável muito difícil de ser obtida em árvores em pé, existe muito erro envolvido na operação, os aumentos do esforço de trabalho e do custo não são justificados pela diferença da precisão dos modelos. Daí o motivo pelo qual o LMF/INPA trabalha apenas com equações de simples entrada para floresta em pé.

Como já visto no Anexo 1, a equação escolhida, para estimativa de volume da floresta em pé, foi a nº 7. Ao analisar os resultados do ajuste, das duas equações de simples entrada, eles são próximos (erro e correlação). Entretanto, ao logaritmizar os valores há uma transformação dos dados, um “achatamento”

das diferenças. Os erros são mascarados e sua natureza não fica muito evidente. Daí o motivo de escolher a equação não linear e com dados não transformados.

No caso de aproveitamento comercial da madeira caída, a altura comercial é uma variável que faz parte do inventário e deve ser considerada no planejamento de retirada deste recurso e beneficiamento de produtos. Por isso, o modelo para estimativa do volume de madeira caída é o modelo nº3, que possui dupla entrada, e maior coeficiente de correlação combinado com menor erro e distribuição de resíduos mais homogênea comparativamente com demais modelos de dupla entrada testados.

Além da interpretação dos parâmetros, devemos considerar a significância dos modelos. Para tal foi realizado uma Análise de Variância para cada equação ajustada. A Tabela 5 apresenta os resultados da Análise de Variância (ANOVA) do modelo de simples entrada escolhido ($S_{yx\%} < 10\%$, $R^2 = 0,92$), estes demonstraram níveis de significância altos ($p < 0,000001$). Isso representa que a probabilidade de o modelo estimar erroneamente o volume de madeira no sítio estimado é baixíssima.

5. RECOMENDAÇÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Comparando o volume de madeira caída por hectare na Flona do Pau-rosa ($8,22\text{m}^3/\text{ha}$) com o permitido para exploração comunitária para produção anual ($10\text{m}^3/\text{ha}$), percebe-se a oportunidade de aproveitamento deste recurso. Em países com potencial florestal, como o Brasil, a empreitada visa à manutenção das florestas e comercialização de produtos não-originários do desmatamento, bem como o comércio inovador dos consequentes serviços ambientais gerados por estes empreendimentos como externalidade positiva à sociedade.

A madeira caída é um produto florestal com alta perspectiva de vigorar no mercado, facilitando a geração de renda por comunidades em unidades de conservação de uso sustentável. No entanto, devem ser estabelecidas as regras gerais de utilização deste recurso visando o planejamento adequado das atividades. Em tempos de contenção do desmatamento, se as comunidades em unidades de conservação agirem em prol da confecção de artefatos de madeira agregando tecnologia e valor financeiro a pequenas quantidades de madeira, o desenvolvimento destas UCs pode ser facilitado de maneira moderna e sustentável.

A aplicação deste compartimento da floresta para artefatos com tecnologias aplicadas, deve ser associada à pesquisa de componentes tóxicos e teores de extrativos e carbono. Com a confecção de produtos desta necromassa será aumentado o tempo de residência do carbono em objetos, que antes estava disponível à atmosfera pelo processo de decomposição. Este contexto pode ser

utilizado como mais uma fonte de geração de renda pelas comunidades manejadoras da madeira caída, por projetos de desenvolvimento limpo e complemento a programas de redução de emissões por desmatamento.

Referências bibliográficas

- Amacher, G.S.; Merry, F.D.; Bowman, M.S. Smallholder timber sale decisions on the Amazon frontier. *Ecological Economics*. v.68, p.1787-1796. 2009.
- Amaral, P.; Amaral Neto, M. *Manejo Florestal Comunitário: processos e aprendizagens na Amazônia brasileira e na América Latina*. Belém-PA. Editora IEB – Instituto Internacional de Educação no Brasil. 81p. 2005.
- Arias, F.P.B. 1999. Rentabilidad e benefícios socioeconômicos del manejo extractivista de madera caída (Proyecto REMAC), Península de Osa, Costa Rica. Dissertação de Mestrado. CATIE- Costa Rica. 176p.
- Baima, A.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 silvicultura tropical (Embrapa/DFID)*. Vol. 2. Embrapa Amazônia Oriental, Belém. p.367-392.
- Brandon, K.; Redford, K.H.; Sanderson, S.E. 1998. Parks in perfil: people, politics and protected areas. *The nature conservancy*. Washington D.C. v1 (34) p.46-71.
- BRASIL, Lei 9.985/00 - SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. 2000.
- Higuchi, N. 2006. Estratégias para o setor madeireiro: Antecipando-se à escassez. *Revista JIRAU*. Edições IBAMA, programa pró-várzea. Nº14. Pp8-9. 2006.
- Higuchi, N., Carvalho Jr, J. A. 1994. Fitomassa e conteúdo de Carbono de Espécies Arbóreas da Amazônia: Anais do Seminário “Emissão x Sequestro de CO₂ – Uma nova oportunidade para o Brasil”. 127-153.
- Holmes, H. Financial costs and benefits of reduced-impact logging relative to conventional logging in the Eastern Amazon. *Journal of Tropical Forest Foundation*. ESDA Forest Service. USA. 47p. 1999.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climatic Changes. 2007. Summary for policymakers. 18p. Disponível em: http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/docs/WG1AR4_SPM_Approved_05Feb.pdf Acessado em 12/07/2009.
- Köhl, M. Stu, W. Kenter, B, Riedel, T. 2008. Effect of the estimation of forest management and decay of dead woody material on the reliability of carbon stock and carbon stock changes—A simulation study. *Forest Ecology and Management*. Vol. 256. Pp229-236.

- Lofroth, E. 1998. The dead wood cycle. *In*: J. Voller, J; Harrison, S.: Conservation biology principles for forested landscapes. UBC. pp. 185-214. 243 p.
- MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil. Inventário Nacional de Gases de Efeito Estufa. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/25441.html> Acessado em 12/07/2009.
- Mulongoy, K.Y.; Chape, S. 2004. Protected areas and biodiversity report: an overview of key issues. Cambridge: *UNEP-WCMC Biodiversity Series 21*. The secretariats of the Convention on Biological Diversity (CBD) and the UNEP World Conservation Monitoring Centre.
- Palace, M., Keller, M., Asner, G.P., Silva, J.N.M., Passos, C., 2007. Necromass in undisturbed and logged forests in the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management* 238, 309-318.
- Ritchie, BC; Haggith, N; Mcdougall, M; Setyawati, T; Oliveira. B. 2000. *Critérios e Indicadores de sustentabilidade em florestas manejadas por comunidades: um guia introdutório*. CIFOR.
- Rolim, Samir Gonçalves et al . Modelos volumétricos para a Floresta Nacional do Tapirapé-Aquirí, Serra dos Carajás (PA). **Acta Amaz.**, Manaus, v. 36, n. 1, Mar. 2006.
- Saatchi, S. S., Houghton, R. A., dos Santos Alvala, R. C., Soares J. V., YU, Y. 2007. Distribution of aboveground live biomass in the Amazon basin. *Global Change Biology* 13. p 816–837.
- Santos, J. dos. 1996. Análise de Modelos de Regressão para Estimar a Fitomassa da Floresta Tropical Úmida de Terra-firme da Amazônia Brasileira. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, 121 p.
- Segura, M. e Kanninen, M. 2005. Allometric for tree volume and total aboveground biomass in a Tropical Humid Forest in Costa Rica. *Biotropica* Volume 37(1): 2-8 2005.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAIS



Figura 1 – Esquema de categorização das Unidades de Conservação Federais Brasileiras. (Fonte: Lei 9.985/2000-SNUC).

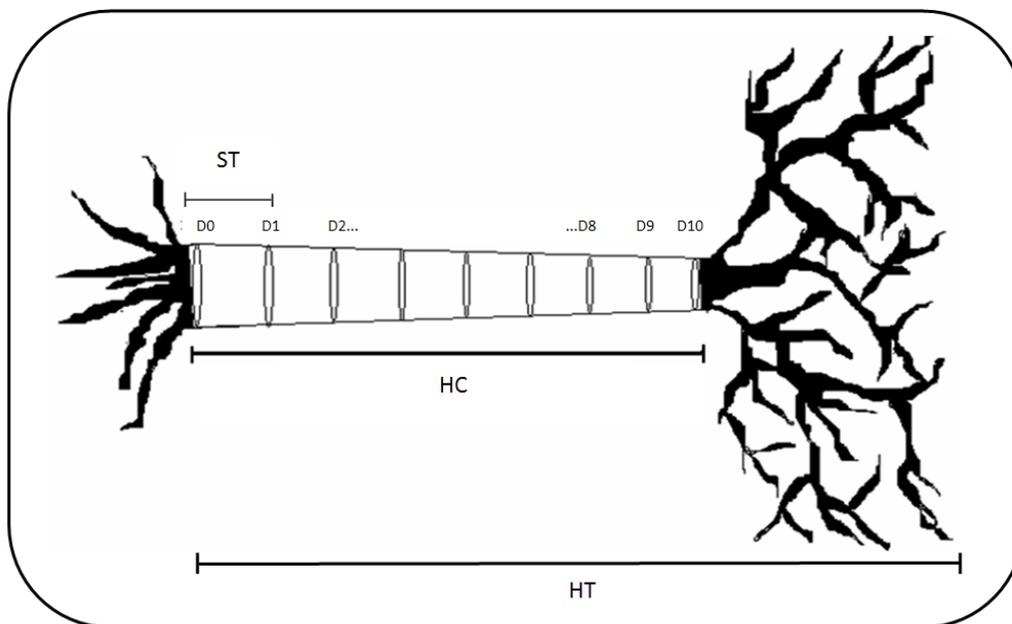


Figura 2 – Esquema de cubagem rigorosa, aplicando o método de Smalian+Hohenald. Onde: HT = Altura total da árvore, HC = Altura comercial da árvore e ST = Seção transversal do tronco ($ST=HC/10$).

$$V_{com} = \frac{\pi}{4} \cdot \left\{ \frac{D_0^2 + D_{10}^2}{2} + D_1^2 + D_2^2 + \dots + D_9^2 \right\} \cdot \frac{HC}{10}$$

Equação 1 – Fórmula de Hohenald empregada para o cálculo do volume de madeira.



Figura 3 – Procedimento da medição das variáveis e coleta de amostras em campo.

$$F_c = \frac{H_{dom}}{H_{dom \text{ referência}}}$$

Equação 2 – Cálculo do Fator de correção dos modelos de biomassa por alturas dominantes adotado pelo LMF/INPA. Onde: F_c = Fator de Correção; H_{dom} = H_{dom} do sítio inventariado e $H_{dom \text{ de referência}} = 26,1\text{m}$ (Manaus – Fonte: Silva, 2007).

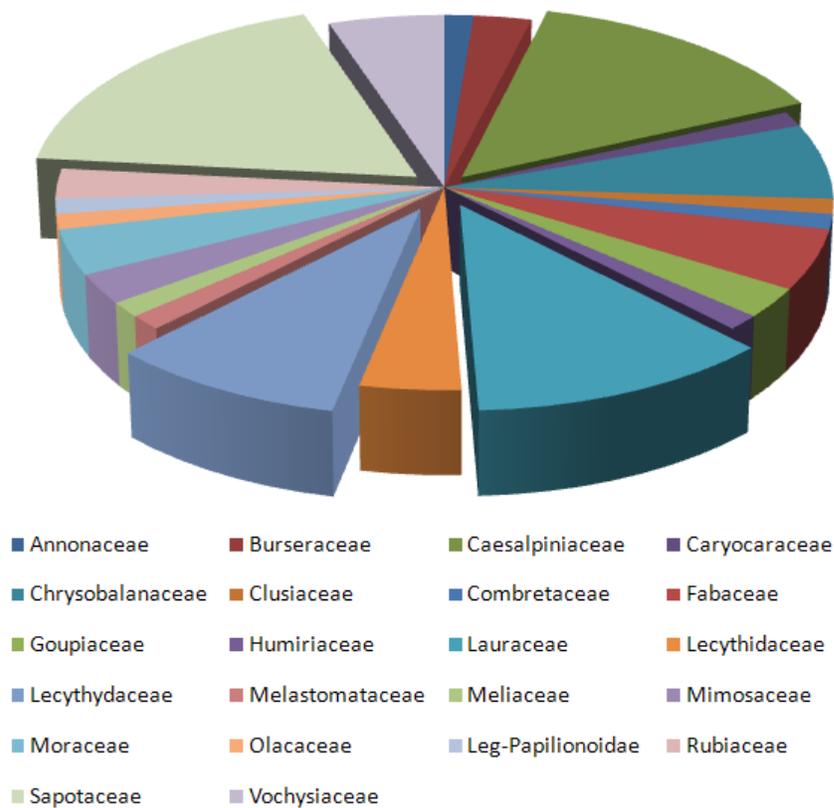


Figura 4 – Diversidade das árvores caídas na Flona do Pau-rosa.

Tabela 1 – Estatística descritiva dos dados utilizados no ajuste de equações de volume e altura dominante da Flona do Pau Rosa.

Parâmetros	DAP (cm)	Hc (m)	Ht (m)	Hdom (m)
Mínimo	10,0	2,0	11,0	-
Média	38,6	13,5	23,6	30,2
Máximo	126,0	27,0	44,8	-
N	140,0	140,0	140,0	303,0

Onde: DAP é diâmetro à altura do peito; Hc é altura comercial; Ht altura total; Hdom altura dominante.

Tabela 2 – Análise da qualidade da madeira caída amostrada na Flona do Pau Rosa.

Aproveitamento	N	%	Classes de diâmetro		
			10 ≤ DAP < 30	30 ≤ DAP < 50	DAP ≥ 50
0%	70	23%	21	26	23
25%	79	26%	29	28	22
50%	55	18%	23	14	18
75%	66	22%	33	16	17
100%	32	11%	21	6	5
Total	302	100%	127	90	85

Onde: Aproveitamento é o quanto, em percentagem, da árvore caída ainda não foi decomposto pelo tempo; N é o número de indivíduos observados; % é em relação ao total observado; Classes mostram o número de indivíduos em cada CD.

Tabela 3 – Volume de madeira caída, por classe diamétrica e taxa de aproveitamento.

Aprov.	Vol. total (m ³)	Vol. por CD (m ³)		
		10 ≤ DAP < 30	30 ≤ DAP < 50	DAP ≥ 50
25%	38,39	3,32	9,89	25,18
50%	62,62	4,92	9,69	48,01
75%	96,86	10,63	18,81	67,41
100%	46,75	6,23	8,77	31,75
Total	244,63	25,11	47,16	172,36

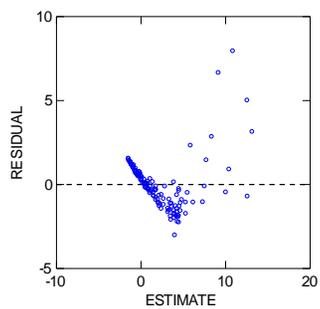
Onde: Aprov. = Aproveitamento, em percentagem, da árvore caída; Vol. = Volume calculado de acordo com o aproveitamento em m³; CD = Classe diamétrica.

Tabela 4 – Resumo das equações testadas para volume comercial para o sítio Maués (FLONA do Pau Rosa).

Nº	Modelos	a	b	c	R ²	S _{yx} %
1	Vol = a + b x DAP	-2,730431	0,125772	-	0,81	5,99
2	Vol = a + b x DAP + c x Hc	-2,547549	0,127988	-0,0114	0,81	6,01
3	Vol = a + b x DAP ² x Hc	0,059052	0,000034	-	0,94	3,32
4	Ln V = a + b x DAP ⁻¹	2,060643	-60,453441	-	0,88	10,37
5	Ln V = a + b x LnDAP	-8,276802	2,326891	-	0,95	4,16
6	Ln V = a + b x LnDAP + c x LnHc	-9,905337	2,024693	0,8565	0,97	3,31
7	Vol = a x DAP ^b	0,000567	2,146195	-	0,92	4,03

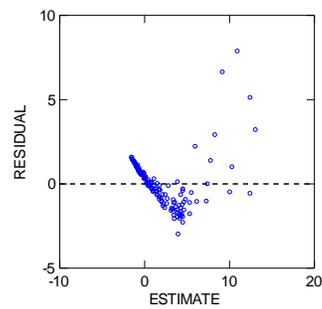
Onde: Vol = Volume; Ln V = logaritmo natural do Volume; a, b, c = constantes de cada equação; R² = coeficiente de correlação; S_{yx}(%) = erro padrão da estimativa.

Plot of Residuals against Predicted Values



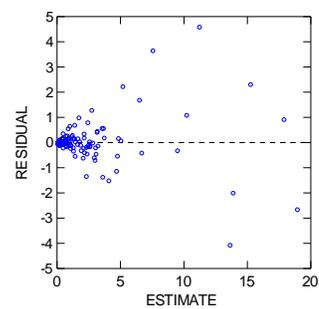
Modelo 1

Plot of Residuals against Predicted Values



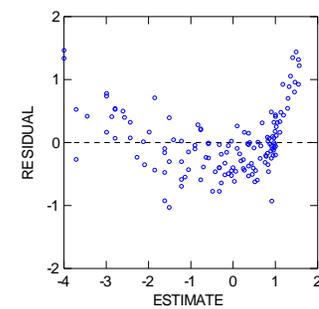
Modelo 2

Plot of Residuals against Predicted Values



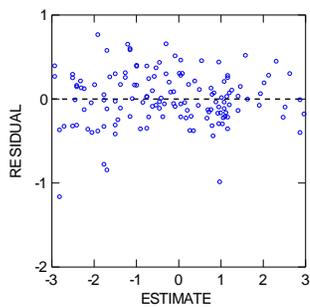
Modelo 3

Plot of Residuals against Predicted Values



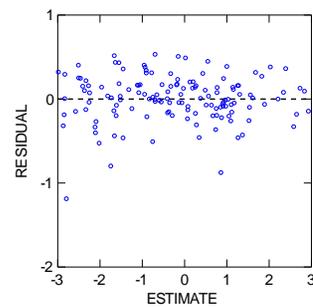
Modelo 4

Plot of Residuals against Predicted Values

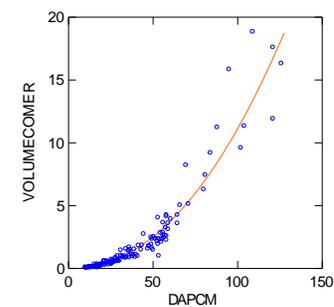


Modelo 5

Plot of Residuals against Predicted Values



Modelo 6



Modelo 7

Figura 5 – Gráficos da distribuição dos resíduos de cada modelo testado.

Tabela 5 – Análise de Variância de Regressão para o modelo de Volume comercial escolhido para a FLONA do Pau Rosa.

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

Fontes de Variação	GL	SQ	MQ	F	p
Regressão	2	2143,232563	1071,61628	1062,15882	0,000000
Resíduo	138	139,228747	1,008904		

ANEXO 4

SOLOS

Fabiana R Pinto

1. Apresentação

Há muitos anos atrás o homem notou que a floresta representava um capital e que se tratada adequadamente poderia render juros permanentes. Para isso necessitava manter um estoque constante, retirando apenas o equivalente ao crescimento no período. A este tipo de intervenção chamou-se de manejo sob regime sustentado.

No Brasil há registros de pesquisas desde fins dos anos 50, com crescente aumento de conscientização quanto aos aspectos ecológicos e sociais do manejo florestal. Especificamente sobre sistemas silviculturais, as pesquisas iniciaram-se em fins dos anos 70 e começo dos anos 80, com as experiências sendo executadas em áreas como a da Flona de Pau Rosa. O levantamento de solos foi realizado nesta Flona.

Em qualquer atividade do ramo florestal e avaliações técnicas concernentes aos recursos florestais, o inventário é sempre uma técnica importante. Um exemplo disso é o uso das informações advindas dessa ferramenta em estudos de impactos ambientais e em planos de manejo florestal sustentado. No estabelecimento, na manutenção e no aumento de produção em indústrias de base florestal deve-se ter o conhecimento da disponibilidade dos recursos florestais em termos de quantidade e qualidade (Sanquetta *et al.*, 2006).

Contudo, as bases para o planejamento de inventário florestal variam em função dos objetivos e dos recursos necessário para sua execução. Na definição desses objetivos é fundamental averiguar as necessidades de uma interface com diferentes áreas de atuação do engenheiro florestal, como a pedologia, que pode auxiliar estudos de pedogênese ou orientar na utilização de terras (Prado, 1996; Sanquetta *et al.*, 2006).

Os levantamentos pedológicos, inventário dos tipos de solos que ocorrem numa área pré-determinada, no Brasil são recentes. Os níveis de levantamento de solo, segundo a Embrapa (1995), podem ser classificados como:

- a. Exploratório:** informações de natureza qualitativa, para identificar áreas de maior ou menor potencial;
- b. Reconhecimento:** informações para avaliação qualitativa e semiquantitativa, que visa estimar o potencial para o uso agrícola e não agrícola;

c. Semi-detalhado: informações básicas para projetos de colonização, loteamentos rurais, estudos de microbacias, planejamento local de uso e conservação de solos, além de estudos prévios para a engenharia civil);

d. Ultradetalhado (avaliar problemas específicos de áreas muito pequenas, com parcelas experimentais e áreas residenciais ou industriais).

Segundo Camargo *et al.* (1987), que usou uma classificação um pouco diferente da acima, todo o território nacional está mapeado em termos de distribuição dos solos. A maior parte, porém, foi feita em nível exploratório (qualidade - caráter operacional). Porém, apenas 20% estão mapeados em nível exploratório-reconhecimento (qualidade, quantidade e em pequena escala); 15% em nível de reconhecimento (caracterização da capacidade de uso da terra) e só uma pequena porcentagem em nível de detalhamento (unidades de mapeamento ao nível de série - escalas maiores).

Até meados da década de 50, os solos eram classificados em relação ao seu material de origem ou as unidades morfológicas em que se encontravam.

Os solos formam um conjunto de entidades diferentes, dispostas de tal modo a oferecer variações gradativas de características quando se transita entre unidades diferentes (Ranzani, 1969). Essas características que definem cada unidade foram observadas neste trabalho e obtidas pelas observações morfológicas de campo e analítico de laboratório, por meio do levantamento de reconhecimento, a fim de fornecer informações mais detalhadas para a tomada de decisão.

Na região de Maués, os trabalhos existentes fazem parte de um levantamento exploratório (RADAMBRASIL, 1978; IBGE, 2009) e algumas caracterizações realizadas na primeira expedição, pelo rio Abacaxis. Esse levantamento servirá para agregar e suprir a lacuna de um detalhamento maior desses solos e assim poder indicar um melhor uso da terra descrita em planos de manejo para Florestas Nacionais.

2. Material e Métodos

2.1. Coleta de campo

2.1.1. Área de amostragem

As coletas de amostras de solo foram realizadas seguindo um transecto alocado para o inventário florestal, que mensurou todos os indivíduos com DAP \geq 10 cm, em seis parcelas de 20 x 125 m, em cada uma das 9 comunidades avaliadas (figura 1).

2.1.2. Número de amostras

Em cada uma das seis parcelas das 15 comunidades foram coletadas amostras compostas formadas por cinco amostras simples a cada 25 metros, aleatoriamente (figura 2).

2.1.3. Profundidade

Para auxiliar no reconhecimento foram coletadas amostras na profundidade 0-20 cm, pela facilidade da coleta, por ser representativo da área e para sua caracterização. As amostras de solo foram coletadas por meio de um trado “holandês”.

2.1.4. Homogeneização e acondicionamento das amostras

As amostras simples foram homogeneizadas, em baldes plásticos, para formar as amostras compostas e uma porção representativa dos solos, cerca de 0,5 kg/amostra simples, foram colocadas em sacos de tecido, identificados e transportados para o laboratório.

2.1.5. Preparo das amostras em laboratório

Essas amostras foram secadas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2 mm de abertura (Nogueira e Souza, 2005). Para facilitar os resultados, as seis amostras compostas foram reduzidas para três amostras compostas, as primeiras duas amostras compostas, representaram a amostra “um” e assim sucessivamente, seguindo esta metodologia para todas as outras comunidades, só excluindo esse padrão para a área da comunidade do Rio Mundurucu e São Tomé, onde ao invés de “três” amostras, foram consideradas “quatro” amostras, por ser uma área, onde foi realizado um inventário por este mesmo grupo anteriormente e onde instalou-se parcelas permanentes.

2.1.6. Amostragem de Solo

2.1.6.1. Tipo de levantamento

Nesse estudo utilizamos o levantamento de reconhecimento, para realizar a avaliação semiquantitativa (disponibilidade de nutrientes na área para um melhor uso da terra) e qualitativa (como acontece a disponibilidade desses nutrientes) do solo visando complementar as informações para o plano de manejo florestal da Flona Pau-Rosa.

2.2. Análise do Solo

2.2.1. Análise Química

Foram determinadas as seguintes propriedades químicas do solo:

1) pH_{H_2O} e pH_{KCl} - Utilizando potenciometria, após diluição na proporção 1:2,5 (Embrapa, 1999).

2) $P_{disp.}$, $K_{disp.}$, Mn, Fe e Zn - Extração pela solução Mehlich 1 (duplo ácido: HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹) (Silva e Raij, 1999; Embrapa, 1999). A determinação do P será realizada no espectrofotômetro UV-VIS-120-01. Os demais elementos serão determinados no espectrofotômetro de absorção atômica, com chama ar-acetileno.

3) Ca^{2+} , Mg^{2+} , e Al^{3+} - A extração será realizada com solução de KCl 1 mol L⁻¹ (Embrapa, 1999; Raij *et al.*, 2001). A determinação de Ca^{2+} e Mg^{2+} serão feitas no espectrofotômetro de absorção atômica, com chama ar-acetileno. O alumínio trocável (Al^{3+}) será determinado pelo método de titulação com NaOH na presença de azul-de-bromotimol como indicador (Embrapa, 1999).

4) Capacidade de troca catiônica efetiva (CTC_e) - Determinada a partir da soma de bases (SB) e alumínio trocável (Embrapa, 1999).

5) Soma de bases (SB) - A partir da soma dos cátions trocáveis (Ca^{2+} + Mg^{2+} + K; Embrapa, 1999).

As análises serão realizadas no Laboratório Temático de Solos e Plantas/INPA.

2.2.2. Análise Física

Foi determinado por meio de análise física a textura do solo.

2. Resultados:

Os solos da Flona de Pau Rosa podem ser classificados como Latossolos vermelho-amarelo, com variação de relevo que varia de ondulado a suavemente ondulado, alcançando variação de no máximo 20 m.

O pH analisado apresentou valores médios de 3,22 para o pH_{H_2O} e de 3,85 para pH_{KCl} . A soma de bases obteve média de 150,39 e a capacidade de troca catiônica efetiva - CTC_e - (cmol_c kg⁻¹) de 265,09. Esses resultados mostram a acidez dos solos e o baixo teor de nutrientes disponíveis nos solos Amazônicos, mas especificamente, nessa área da Flona. Porém, a quantidade de matéria orgânica existente nos solos da Flona apresentou valor médio de 45,60 g kg⁻¹, um valor relativamente alto, o que poderia influenciar a quantidade de nutrientes absorvidos pela planta. Com os resultados que iremos apresentar adiante, pode-se observar uma baixa taxa de decomposição e pouca mobilidade dos nutrientes no solo (tabela 1).

Normalmente, os valores de pH são maiores quando solúveis em H₂O, porém, uma explicação para ser maior em KCl, pode ser explicado pela presença

de outras forma de P lábil no solo. Há ainda outros nutrientes na forma de oxalato que, aparentemente, não estão disponíveis para mobilidade no solo. No entanto, os poucos nutrientes disponíveis estão sendo absorvidos quase que completamente pelas espécies vegetais, um reflexo na altura e no DAP dos indivíduos, fazendo com que haja um alto consumo.

A relação C/N é considerada um indicador da qualidade do sítio de sucessão, relacionando a velocidade de decomposição e a taxa de mineralização dos nutrientes orgânicos. O nitrogênio, por exemplo, quando afetado, retorna rapidamente para a atmosfera sob a forma N_2 ou N_2O , deixando o solo deficiente em compostos nitrogenados (Brinkmann e Nascimento, 1973). Mas, segundo Senna (1996), os resultados obtidos por análise de correspondência padronizada não mostraram qualquer influência significativa da relação de C/N na florística e estrutura da vegetação na região amazônica. Deste modo, os nutrientes do solo e a estrutura de dossel são refletidos na composição florística, bem como, na dinâmica da vegetação.

O solo apresenta uma relação de 20%, uma relação fraca, mostrando a disponibilidade dos nutrientes para a planta (figura 3).

A distribuição dos teores de nutrientes no solo ($mg\ kg^{-1}$) apresentaram os seguintes valores de máximas e mínimas: 1,4 - 2,0 (P); 1,3 - 318,5 (Fe); 0 - 4,5 (Zn); 2,0 - 16,0 (Mn); 18,3 - 203,5 (K); 4,0 - 93,0 (Ca), 0,5 - 16,0 (Mg) e 8,3 - 190,9 (Al).

Os maiores valores de nutrientes foram encontrados nas seguintes comunidades: São Tomé (Fósforo), Sagrado Coração (Ferro), Mundurucu (Cálcio e Zinco), Bragança (Magnésio e Manganês), Santa Maria do Caiuê (Potássio), Osório da Fonseca (Alumínio). Já os menores valores apresentados para os nutrientes foram: Ferro (Sagrado Coração), Potássio, Manganês, Zinco e Alumínio (Mundurucu), Cálcio (São Tomé), Fósforo (São Maria do Caiuê) (tabela 2).

Os teores totais e disponíveis de K e Mg do solo dependem, entre outros fatores, dos atributos químicos e mineralógicos do solo. A avaliação no espaço e no tempo, das formas e frações dos nutrientes no solo, permite quantificar a reserva de nutrientes que pode ser utilizado para o crescimento vegetal. Os teores médios de nutrientes avaliando o total das 9 comunidades são infinitamente superiores aos levantamentos de solos de outras localidades, como na Resex do Capanã Grande (LMF, 2008) a não ser para o elemento zinco. Ademais, esse valor também é superior para o alumínio, sendo a acidez, uma explicação para a quantidade de nutrientes existentes e sua imobilização no solo (Figura 4).

Contudo, com base nesse relatório os valores elevados dos teores de Al^{3+} , confirmam as características dos solos da Amazônia, como os solos Podzólicos Vermelhos Amarelos e solos Hidromórficos. À medida que o alumínio aumenta

sua ocorrência, torna o solo mais pobre para um maior número de plantas, sendo o elemento mais pernicioso de acidez. Como efeito de seu alto nível, dá formação a fosfatos de alumínio, quase insolúveis, diminuindo a disponibilidade de fósforo no solo. O fósforo, em solos altamente intemperizados, predomina nas formas inorgânicas ligado à fração mineral com alta energia e em formas orgânicas estabilizadas física e quimicamente (Magid, 1993). Isto sugere que os teores de P total e a distribuição nas diferentes frações dependem do grau de intemperização, das características químicas e físicas do solo, da atividade biológica e da vegetação predominante (Magid, 1993).

Como os solos apresentaram pH próximo a 4, demonstram a ocorrência de alumínio trivalente. O problema para diagnosticar essa acidez se deve a fatores como: o suprimento da solução ácida pode ser feito da reserva de ácidos no solo; os solos podem absorver ou neutralizar várias quantidades de ácidos e podem diminuir o pH pela substituição de ácidos trocáveis.

Dessa forma o total e a classe de ácidos solúveis são fundamentais para a planta, pois prevêm e controlam outros fatores. Dessa forma, para análises minuciosas do solo devem ser coletadas amostras em profundidades de 65-100 m (RadamBrasil, 1978). O caráter dreno de P, que é a capacidade de o solo reter o P em ligações de energia muito alta, portanto, em formas pouco disponíveis às plantas é elevado em muitos dos solos brasileiros. Numa floresta tropical, com 54,4 kg ha⁻¹ de P imobilizados em sua biomassa e queda de folheto e precipitação de 17 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de P (Clevelário, 1995, citado por Novais & Smyth, 1999), sobre um solo com um poder de fixar cerca de 4000 kg ha⁻¹ de P, o equilíbrio de P no sistema se mantém, graças ao P inorgânicos e orgânicos lábeis, e ao P retido na biomassa, que estão em formas mais facilmente disponíveis para a absorção pelas plantas.

A absorção do potássio pelas plantas se dá na forma de íon hidratado positivo monovalente (K⁺). O potássio trocável e o potássio em solução do solo, em conjunto, representam a reserva imediata de K para a planta. O teor de K aproximadamente constante no solo é mantido pela liberação de K de formas não trocáveis (K - estrutural), mesmo sendo uma reserva estrutural.

Em um trabalho realizado por Entry & Emminghom (1996), mostra o conteúdo total de nutrientes na profundidade de 0,1 m do solo de vegetação de floresta tropical (tabela 3).

Enquanto a textura do solo, comparando com os outros solos já estudados, a FLONA apresentou uma porcentagem maior de areia em relação p. ex. a Resex do Capanã Grande, em Manicoré (LMF, 2008). Visualmente, condiz com o

esperado, já que há uma grande área de igapó, áreas mais baixas com presenças de palmeiras e área de campinarana (figura 5).

Mesmo havendo variações de carbono e nutrientes nos solos analisados de nove comunidades, só houve diferença significativa para: C, N ($F = 3,940699$ e $p < 0,01$); K ($F = 2,379294$ e $p < 0,05$); Mn ($F = 4,012480$ e $p < 0,01$); Zn ($F = 2,877210$ e $p < 0,05$) e Al ($F = 3,030821$ e $p < 0,05$), os outros nutrientes (P, Ca, Mg e Fe) apresentaram $p > 0,05$ (figura 6).

Referências bibliográficas:

- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 2000.
- Brinkmann, W.L.F.; Nascimento, J.C. 1973. The effect of slash and burn agriculture on plant nutrients in the Tertiary region of Central Amazonia. *Turrialba*, 21(4): 459-465.
- Camargo, M.N.; Klamt, E.; Kauffman, J.H. 1987. *Classificação de solos usada em levantamentos pedológicos no Brasil*. Campinas, SP. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 12:11-33.
- Clevelario JR, J. (1995) *Distribuição de carbono e de elementos minerais em um ecossistema florestal tropical: úmido baixo montanhoso*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa/MG. 135p.
- EMBRAPA. 1995. *Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos*. Brasília: Embrapa, 101p.
- EMBRAPA. 1999. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa, 412p.
- Entry, J.A. and Emmingham, W.H., Influence of vegetation on microbial degradation of atrazine and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in riparian soils, *Can. J. Soil Sci.* **76** (1996), pp. 101–106.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2009. <http://www.ibge.gov.br>, (9:30;24/07/05).
- Relatório Técnico “Inventário Florestal na RESEX do Capanã Grande, no município de Manicoré, AM”. 2008. Laboratório de Manejo Florestal - LMF/INPA.
- Magid, J. 1993. Vegetation effects on phosphorus fraction in set-aside soils. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 149, n. 1, p. 111-119.
- Nogueira, A.R.A.; Souza, G.B. 2005. *Manual de laboratório: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos*. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 334p.
- Novais, R.F.; Smith, T.J. *Fósforo em condições tropicais*. Viçosa, MG: UFV, 1999. 399 p.
- Prado, H. do. *Manual de classificação de solos do Brasil*. 3º ed. Jaboticabal: FUNEP, 194p.

- Radambrasil. 1978. Programa de Integração Nacional. Levantamentos de Recursos Naturais. V. 10 (Santarém) - RADAM (projeto) DNPM, Ministério de Minas e Energia. Brasil. 626p.
- Raij, B. Van; Andrade, J.C.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A. 2001. *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas: Instituto Agrônômico, 285p.
- Ranzani, G. 1969. *Manual de levantamentos de solos*. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda., SP, 2º ed. 167 p.
- Ranzani, G. 1980. Identificação e caracterização de alguns solos da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. *Acta Amazonica*, 10(1): 7-41.
- Sanquetta, C.R.; Watzlawick, L.F.; Côrte, A.P.D.; Fernandes, L.A.V. 2006. *Inventários florestais: Planejamento e execução*. Curitiba: Multi-Graphc Gráfica e Editora, 271p.
- Senna, H.B.C. 1996. *Avaliação dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio e variação natural do ¹³C em florestas de inundação na Amazônia central*. Ph.D. dissertation. University of São Paulo, São Paulo, Brasil. 81 pp.
- Silva, F.C.; Raij, B. van. 1999. Disponibilidade de fósforo avaliada por diferentes extratores. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 34, p. 267-288.

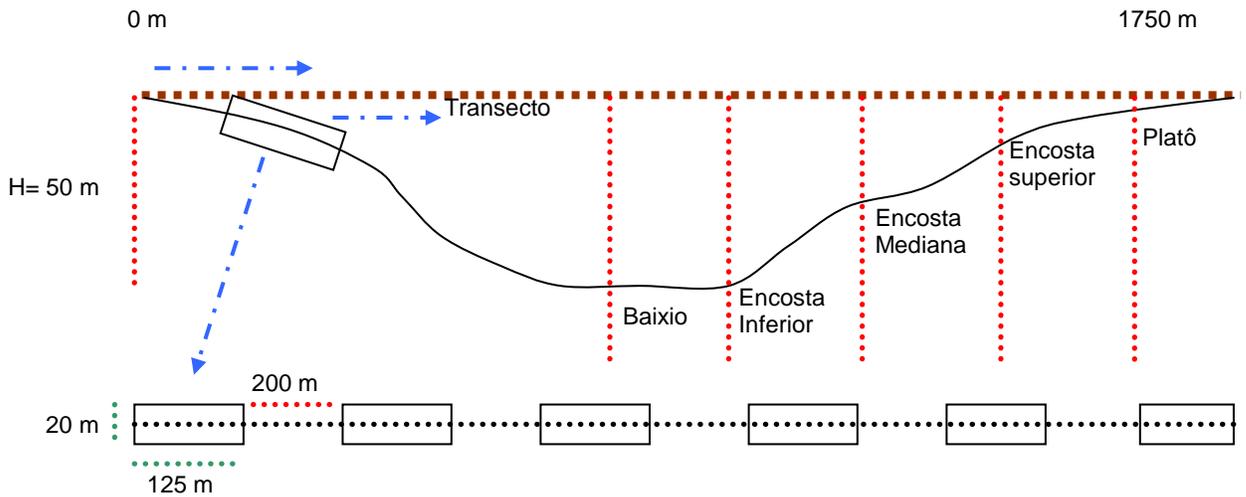


Figura 1 - Croqui da unidade de amostra por comunidade - transecto (n=9;6).

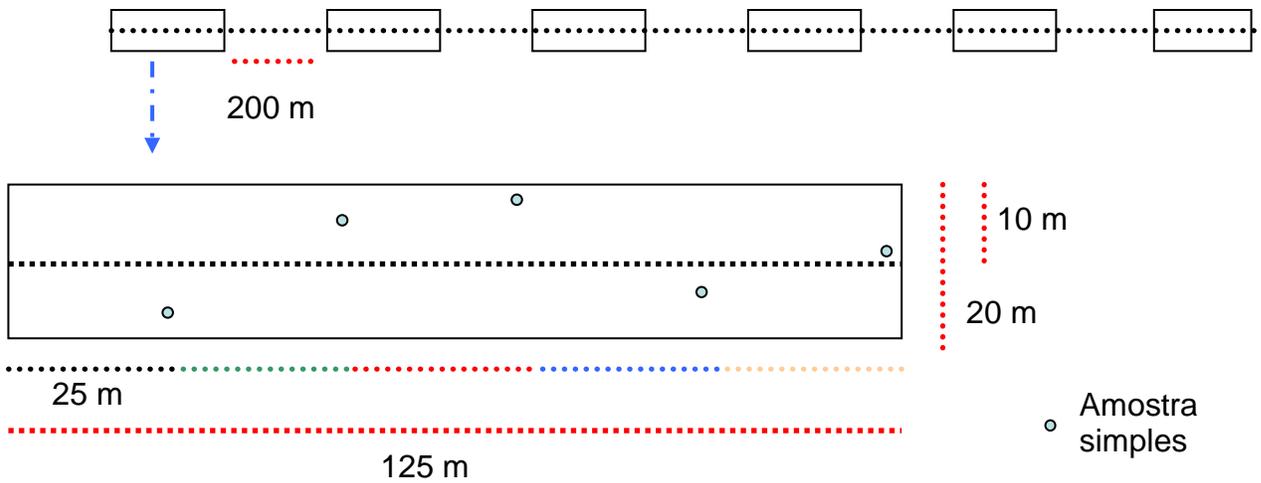


Figura 2 - Croqui de uma parcela de inventário florestal (20x125 m), contendo o desenho esquemático da coleta de solos.

Tabela 1 - Valores médios de pH, Soma de bases ($\text{Ca}^+ + \text{Mg}^+ + \text{K}^+$), CTCe (Soma de bases + Al^{3+}) e Matéria orgânica de nove comunidades da FLONA Pau-Rosa, Maués, AM.

Comunidades	pH H ₂ O	pH KCl	Soma das Bases	CTCe	M.O. (g kg ⁻¹)
Mundurucu	3,21	3,81	125,9	214,22	43,72
Osório da Fonseca	3,21	3,77	173,35	315,61	58,93
Bragança	3,22	3,92	179,59	316,93	57,4
Santa Maria do Caiuê	3,25	3,89	151,54	257,17	39,36
Sagrado Coração	3,21	3,88	168,65	274,28	48,34
São Pedro	3,19	3,79	150,88	259,12	46,3
Igarapé Açú	3,18	3,83	138,97	235,03	42,85
Fortaleza	3,22	3,85	140,87	279,88	36,98
São Tomé	3,28	3,92	123,75	233,58	36,53

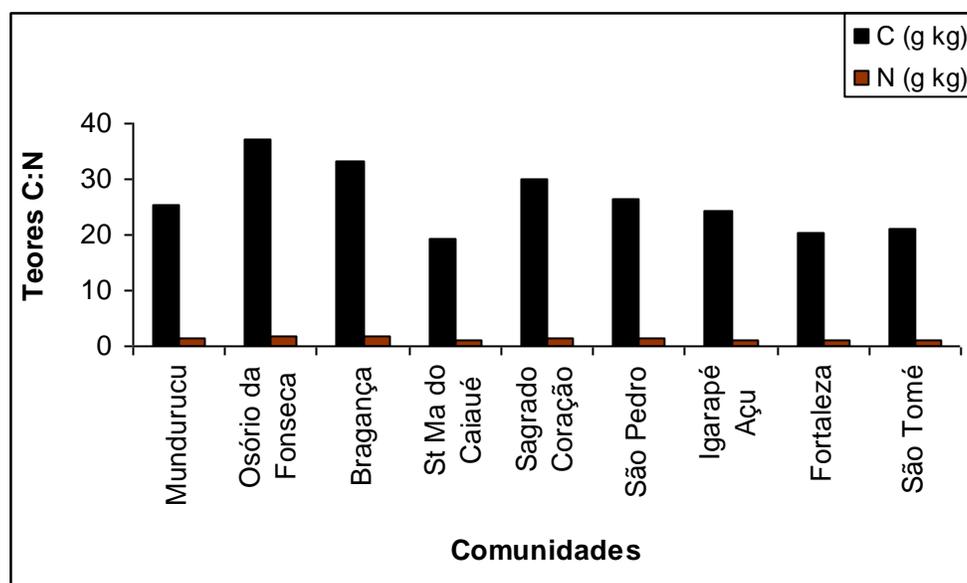


Figura 3 - Teores de carbono e nitrogênio em solos da FLONA de Pau-Rosa.

Tabela 2 - Valores médios de oito nutrientes em nove comunidades da Flona.

Comunidades	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Al
	mg kg ⁻¹							
Mundurucu	1,8	94,2	28,8	3,0	4,1	145,3	3,0	88,3
Osório da Fonseca	1,7	172,5	9,5	7,2	9,7	258,0	3,3	160,2
Bragança	1,6	166,8	7,2	7,7	11,8	217,7	2,5	135,7
Santa Maria do Caiuê	1,4	158,0	4,8	2,2	5,5	244,0	2,5	95,1
Sagrado Coração	1,6	131,3	6,7	7,8	9,3	215,0	2,8	128,0
São Pedro	2,0	138,3	6,0	6,3	5,2	226,0	2,3	103,5
Igarapé Açú	1,8	118,3	6,3	10,3	6,2	166,2	2,0	92,0
Fortaleza	1,7	126,5	6,0	9,0	8,3	214,8	1,3	153,3
São Tomé	1,8	115,4	4,4	4,0	5,5	206,9	0,8	109,8

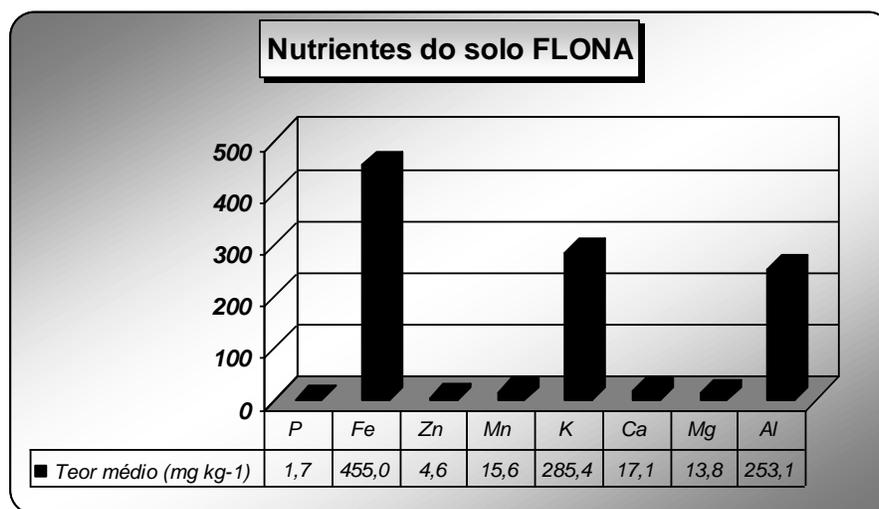


Figura 4 - Teor médio dos nutrientes do solo de nove comunidades da FLONA de Pau-Rosa.

Tabela 3 - Conteúdo total de nutrientes (kg ha^{-1}) nos primeiros 0,1 m do solo de floresta.

Vegetação	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Cu</i>	<i>B</i>	<i>Zn</i>
Floresta	770	2400	9800	96	1.0	0.7	1.0

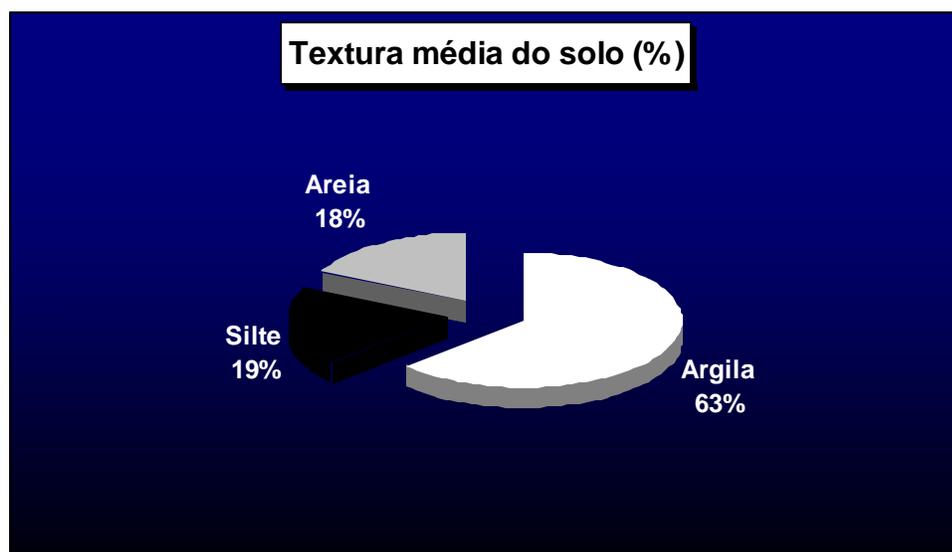


Figura 5 - Textura média dos solos da FLONA apresentado com as porcentagens de argila, areia e silte.

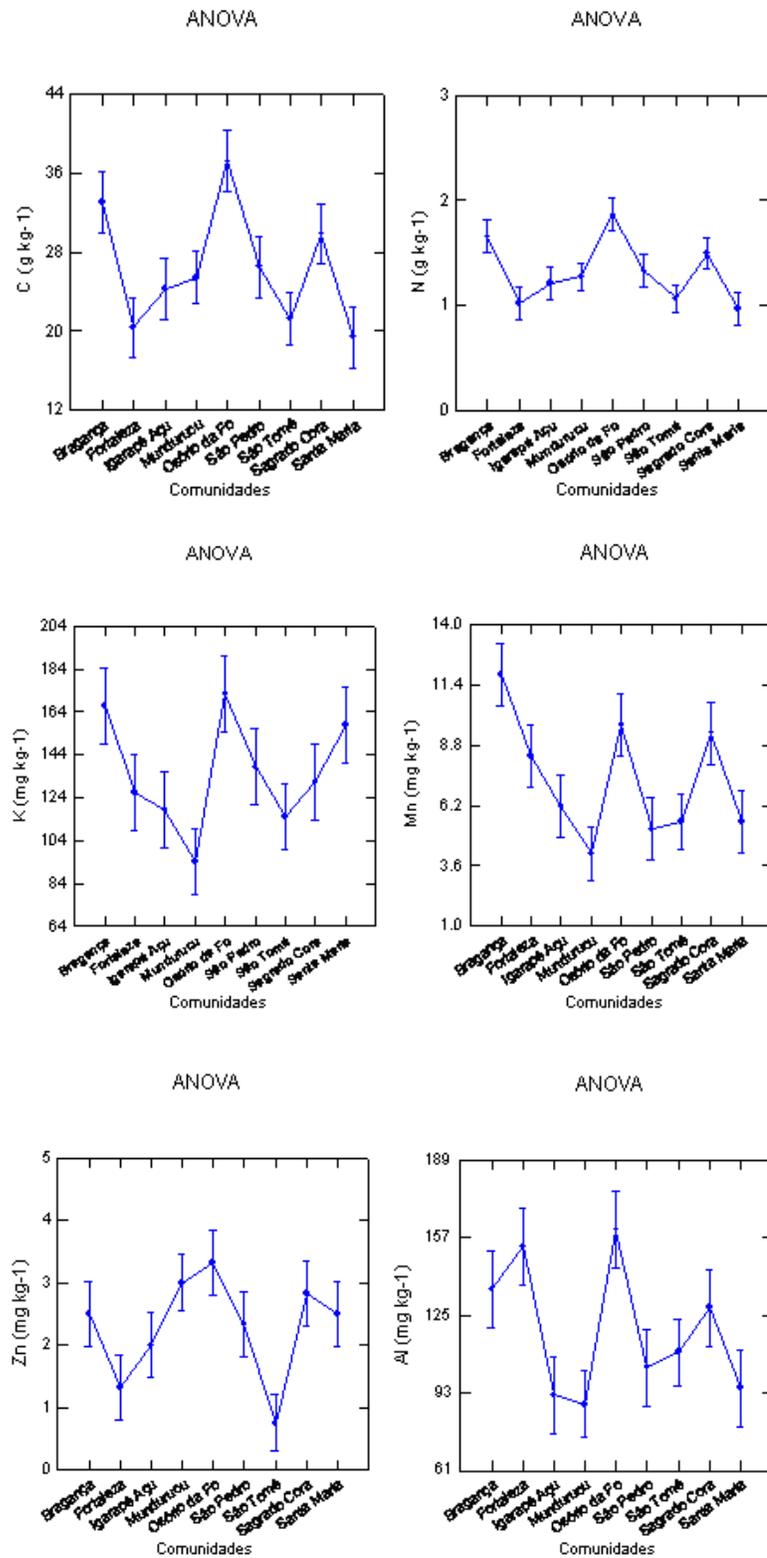


Figura 6 - Análise de variância (ANOVA) para os nutrientes: C, N, K, Mn, Zn e Al em 9 comunidades da FLONA de Pau-Rosa.