UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS-PPGCIFA

VALIDAÇÃO DO MODELO DIGITAL DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL (MODEFLORA) NA FASE PRÉ-EXPLORATÓRIA EM FLORESTAS MANEJADAS NO AMAZONAS

DANIEL RODRIGUES FERREIRA

MANAUS
2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS-PPGCIFA

DANIEL RODRIGUES FERREIRA

VALIDAÇÃO DO MODELO DIGITAL DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL (MODEFLORA) NA FASE PRÉ-EXPLORATÓRIA EM FLORESTAS MANEJADAS NO AMAZONAS

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Faculdade de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do titulo de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais, área de concentração Manejo Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Marcelo Brum Rossi

MANAUS
2012

Ao meu Deus;

Aos meus incansáveis pais;

À minha família;

À Jason Telêmaco (*in memoriam*)

DEDICO

O maior agradecimento é para aquele que me conduziu até aqui, pelo qual me movo e existo, ao meu Deus;

Aos meus pais por serem sempre motivadores e auxiliadores em tudo que faço e principalmente por acreditarem na minha carreira;

À minha família que me acolhe a cada volta pra casa, por cuidar da minha vida com tanta excelência;

À Universidade Federal do Amazonas - UFAM, por me proporcionar condições para o avanço de mais um degrau no meu processo de formação;

A cada professor do corpo docente do programa e de maneira especial também agradeço a Antonia e Claudomiro pela enorme paciência;

À equipe da Precious Wood Amazon, João Cruz, Bruno Rodrigues, Marcos, Oseias, Claudemi por permitir coletar os dados e fornecer todo o suporte em campo;

À Embrapa Amazônia Ocidental e à Embrapa Acre, através do projeto Manejo Florestal da Amazônia e a equipe do Modeflora (Daniel Papa e Evandro Orfanó), pelo apoio no desenvolvimento desse trabalho;

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo durante este período;

Ao Prof. Dr. Francisco José de Barros Cavalcanti, pela orientação, conselhos e conhecimentos compartilhados durante esta fase;

Ao Prof. Dr. Luiz Marcelo Brum Rossi, por aceitar a proposta deste trabalho, colaborando e orientando esta pesquisa;

Ao Prof Dr. Roberval Monteiro Bezerra de Lima, pela gentileza e atenção na participação fundamental deste trabalho;

Aos meus amigos do mestrado, Anabel, Jorge Viana , Elias e Roberta, vocês foram grandes irmãos;

Aos meus irmãos da Igreja Batista, André e Tati Tomaz, família abençoada de Deus, aprendi muito com vocês;

Aos meus amigos, Jonnys, Ronivaldo, Rosalba, especialmente ao amigo Felipe (Bob) que foi um guerreiro no auxílio em campo na árdua missão do Inventario Florestal da PWA;

A todos que de alguma forma me ajudaram a concluir esta importante fase;

AGRADEÇO

RESUMO

O Modelo Digital de Exploração Florestal (Modeflora), tecnologia que utiliza recursos de informática e equipamentos de alta precisão no manejo de florestas tropicais, desenvolvido pela Embrapa Acre (Rio Branco) e Embrapa Florestas (Colombo/PR), permite um mapeamento rigoroso da área de manejo, levando em consideração aspectos da realidade da floresta. Desde 2007 a tecnologia é utilizada por diversas empresas do setor madeireiro acreano na execução de seus planos de manejo. Neste trabalho foi validado a utlização desta metodologia na fase pré-exploratória, modelando a hidrografia e coletando as coordenadas verdadeiras das árvores, em uma área de manejo florestal pertencente a empresa Precious Wooods Amazon, localizada no município de Silves, Amazonas – Brasil. Foram obtidos mapa de hidrografia da região de estudo e um banco de dados comparado a quantidade de árvores inventarias pelo método Modeflora e pelo método praticado pela empresa. O método Modeflora se mostrou eficaz e de fácil utilização.

Palavras-chave: Manejo de Precisão, Florestas Tropicais, SRTM, Modeflora.

ABSTRACT

Model Digital Logging (Modeflora) technology that uses computer resources and high-precision equipment in tropical forest management, developed by Embrapa Acre (Rio Branco) and Embrapa Florestas (Colombo / PR), al.ows an accurate mapping of the area management, taking into account aspects of the reality of the forest. Since 2007 the technology is used by several companies timber in Acre in implementing their management plans. This work was validated utlização this methodology in the pre exploratory modeled hydrography and collecting the true coordinates of the trees in a forest management company owned by Precious Wooods Amazon, located in the city of Silves, Amazonas - Brazil. We obtained a map of hydrography of the study area and a database compared to the amount of trees by Modeflora method and the method practiced by the company. The Modeflora method is effective and easy to use.

Keywords: Precision Management, Tropical Forests, SRTM, Modeflora.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 8
1.1 Contextualização e problema da pesquisa 8
1.2 Justificativa da pesquisa 10
2. OBJETIVOS 12
2.1. Geral 12
2.2. Específicos 12
3. PREMISSA 12
4. REVISÃO DE LITERATURA 13
4.1. Manejo Florestal 13
4.2. Modelo Digital de Exploração Florestal 16
4.3. Imagens Srtm 22
4.4. Utilização do GPS de Alta Sensibilidade na Floresta 25
5. MATERIAIS E MÉTODOS 28
5.1. Caracterização da Área 28
5.2. Materiais 31
5.3. Métodos 32
5.3.1. Análise dos dados 32
5.3.2. Comparação das picadas virtuais com o método utilizado pela Precious Woods Amazonas 32
5.3.3. Modelagem da topografia usando imagens SRTM comparado com microzoneamento realizado pela PWA 35
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES 37
7. CONCLUSÃO 41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 42
APÊNDICES 45

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e problema da pesquisa

O conceito de manejo evoluiu com o decorrer do tempo. Originou-se na Europa, ligado às práticas silviculturais aplicadas ao povoamento, constituindo-se primeiramente no ordenamento florestal, que enfocava apenas a produção física de madeira. O ordenamento evoluiu e incorporou os aspectos financeiros, organizacionais e informativos da empresa. Na segunda metade do século passado, silvicultores europeus levaram para a Ásia os sistemas silviculturais desenvolvidos no velho continente, buscando adaptá-los ao ordenamento das florestas tropicais. No início do atual século a atividade silvicultural foi levada para a África, também por silvicultores europeus, e chegou à América no início dos anos de 1940. O conjunto dessas experiências deu origem ao manejo das florestas tropicais (Silva, 1996).

A junção da silvicultura, do ordenamento, da economia florestal, da teoria geral da administração, das técnicas de mensuração e exploração florestais, associadas com o desenvolvimento da tecnologia de produtos florestais possibilitaram a consolidação do manejo florestal, e conseqüentemente, a ampliação do seu conceito. Nos Estados Unidos, o conceito de "management", que em sentido lato denota gerência, foi introduzido na área florestal e o manejo florestal passou a englobar também a estrutura da organização (empresas ou Serviços Florestais), as questões econômicas, os recursos humanos e o conjunto dos recursos naturais (Silva, 1996).

Na segunda metade do atual século, o conceito do manejo florestal foi novamente ampliado, nos Estados Unidos, com o surgimento do conceito de manejo de uso múltiplo da floresta. A produção de madeira deixou de ser o objeto exclusivo do manejo florestal. A floresta, e não apenas a árvore, transformou-se, então, no objeto do manejo florestal. A floresta

entendida como uma biocenose, da qual o homem deve beneficiar-se com inteligência, mas na qual está também contextualmente inserido (Silva, 1996).

A Constituição brasileira de 1988, no 4º parágrafo do Art. 225 declara a floresta amazônica como patrimônio nacional. O Art 1º do Código Florestal (Lei nº 4771 de 15/09/65), por sua vez, declara que as florestas públicas são bens de interesse comum a todos habitantes. Tecnicamente falando, estes bens de interesse comum levaram, pelo menos, 1500 anos para se estabelecerem (Chambers et al., 1998). A questão é de que forma estamos tratando este patrimônio nacional de interesse comum a todos brasileiros.

Sabe-se que existem diversas ferramentas matemáticas e de planejamento adequadas à otimização das atividades de manejo de florestas, porém elas têm sido pouco consideradas. Atualmente o profissional da área florestal utiliza principalmente bússola e trena para localização das árvores do inventário. O GPS tem seu potencial subestimado, sendo usado apenas para identificar os vértices da área do plano de manejo. Há então, a necessidade imediata de se atualizar estas práticas, com as novas tecnologias disponíveis.

A Embrapa Acre e Embrapa Florestas desenvolveram um conjunto de procedimentos voltado para o manejo de precisão em florestas tropicais denominado de Modelo Digital de Exploração Florestal (MODEFLORA). Trata-se de um processo de planejamento florestal, em que são abandonados os princípios de mapeamento por técnicas de falsas coordenadas, também conhecida por xy. O fundamento do método é georreferenciar e geomonitorar todos os processos envolvidos no manejo, ou seja, da elaboração do projeto a execução da exploração. Para isso são empregados de forma a integrar técnicas de inventário florestal, pesquisa operacional, GNSS, GIS, barômetros, imagens de radar SRTM, imagens re-amostradas de alta resolução (inventário de copa), planejamento de rede de estradas florestais e rastreamento das operações de exploração florestal (Figueiredo, 2008).

Embasado nessa metodologia, pretende-se realizar nesta pesquisa uma avaliação na primeira fase da exploração florestal, Inventário à 100% e microzoneamento utilizando o Sistema de Posicionamento Global (GPS), e posteriormente comparar esta fase com a que é realizada por uma empresa madeireira do Estado do Amazonas.

1.2 Justificativa da pesquisa

As florestas naturais tropicais têm importante papel, no contexto da importância da questão ambiental para a sobrevivência da humanidade. A questão é como planejar de forma mais precisa usando as geotecnologias e ainda associar isso a fim de garantir menores custos e menores danos.

Os próximos avanços das técnicas de planejamento da exploração florestal exigirão conhecimento multidisciplinar, emprego de tecnologia de comunicação sem fio, processamento de imagens de alta resolução e a necessidade de aperfeiçoamento constante para utilização das novas tecnologias de levantamentos. A evolução acima, se ainda não acontece para a maioria, caminha a passos largos.

Segundo Machado (2008) assim como, primeiramente na agricultura de precisão, observa-se a utilização crescente das geotecnologias aplicadas ao manejo florestal, dando origem ao termo “manejo de precisão”. O manejo florestal de precisão sucede e complementa o enfoque global da produção sustentável, buscando racionalizar o uso dos fatores de produção em níveis jamais ousados. O domínio dessa tecnologia representa uma nova fronteira no que concerne à capacidade de compressão e interferência, positivamente, na forma aparentemente caótica que a natureza encontrou para se adaptar às mudanças.

O Modeflora, metodologia desenvolvida pela Embrapa Acre e Embrapa Florestas em parceria com o governo do Acre, procura capacitar os profissionais da engenharia florestal, fornecendo as principais ferramentas de campo e escritório para construção do modelo digital de

exploração e manejo florestal. As etapas foram selecionadas e descritas de modo que um profissional da área com conhecimento básico de sistema de informações geográficas (SIG) possa planejar os trabalhos de campo e obter um mapa de exploração florestal com a apropriação das coordenadas verdadeiras de todas as árvores, detalhes de hidrografia, relevo e curvas de nível, e ainda, executar a exploração florestal com receptores GPS e navegadores veiculares.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Comparar o Modeflora, na fase do censo florestal e do microzoneamento, com o sistema praticado pela empresa Precious Woods Amazonas - PWA.

2.2. Específicos

i. Avaliar a aplicação das picadas virtuais para o georreferenciamento de árvores comparando com o sistema da empresa.

ii. Comparar o microzoneamento realizado pela empresa com a modelagem da hidrografia com a imagem SRTM

3. PREMISSA

O Modeflora é mais preciso e mais econômico que o sistema de Exploração Tradicional, tendo em vista o emprego efetivo das geotecnologias aplicadas no planejamento florestal.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Manejo Florestal

O manejo florestal conjuga técnica, ciência e arte. O manejo florestal trata com distintas áreas do conhecimento humano e com questões complexas. Segundo Osmaston apud Silva, 1996, uma das características básicas do manejo florestal é o fato de que no setor florestal, tal como no setor agrícola, o uso da terra é um uso primário. Conseqüentemente, o manejo requer conhecimento dos fatores que influenciam no crescimento da vegetação, em particular daquela de porte arbóreo. Esses fatores são visivelmente complexos, envolvendo não apenas a botânica e fisiologia das plantas e sua ecologia, mas também geologia e pedologia e os efeitos do solo e clima no crescimento. E o manejador é responsável não apenas por promover o crescimento satisfatório das árvores, mas também pela sua exploração e comercialização, assim como pela reposição e manutenção das mesmas (Silva, 1996).

Os principais instrumentos legais que regulamentam a questão florestal e ambiental do país são: o Código Florestal (Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965), a Lei de Proteção à Fauna (Lei nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967), a Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981), a Lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei nº 11.284, de 02 de março de 2006) as Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), as Portarias Normativas e Ordens de Serviço do IBAMA. Ainda, os princípios gerais relativos à proteção do meio ambiente encontram-se consolidados no Capítulo VI do artigo nº 225 da Constituição Federal, promulgada em 5 de outubro de 1988.

Segundo a Lei nº 11.284, no Título I, capítulo único, dos princípios e definições, o artigo 3º estabelece que o manejo florestal sustentável é a administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou

alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços de natureza florestal.

Manejo florestal é parte da ciência florestal que trata do conjunto de princípios, técnicas e normas, que tem por fim organizar as ações necessárias para ordenar os fatores de produção e controlar a sua produtividade e eficiência, para alcançar objetivos definidos. Os princípios como produção contínua e sustentável dos produtos madeireiros por meio do desenvolvimento cognitivo, dinâmico e iterativo, ou seja, a floresta é muito mais que árvores e, o seu potencial, vai além da madeira (HIGUCHI *et al.*, 2007).

Para a realização do manejo florestal, é necessária a utilização de sistemas silviculturais, motivo pelo qual os conceitos são comumente confundidos. Esses sistemas foram desenvolvidos inicialmente para as florestas temperadas, sendo então adaptados para a realidade tropical. Existem duas categorias de sistemas silviculturais aplicados ao manejo florestal: o monocíclico e o policíclico. No monocíclico (uniforme) a colheita das árvores comerciais é realizada em um só corte e a próxima colheita é baseada nas mudas das espécies comerciais existentes no momento do primeiro corte. Os ciclos de corte dependem do crescimento médio das espécies a regenerar, mas em geral são longos, entre 70 a 100 anos. Em virtude disto, há necessidade de imobilizar grandes áreas florestais para atender o princípio da produção sustentada. Atualmente está praticamente extinto em florestas tropicais. Um exemplo clássico é o Sistema Uniforme Malaio (Azevedo, 2006).

No sistema policíclico todas as árvores comerciais, ou parte destas, que atingiram o tamanho de corte são retiradas. As árvores de tamanho intermediário permanecem e passam a constituir o estoque do próximo corte. Por isso os ciclos de corte são bem menores do que os do sistema monocíclico, variando de 20 a 40 anos. Necessitam, portanto, de uma área florestal menor para obedecer ao princípio da produção sustentada. Pela mesma razão são

economicamente mais atrativos. Exemplos são os sistemas Seletivos da Indonésia, Seleção de Gana e o CELOS do Suriname. O sistema utilizado atualmente é o sistema policíclico de exploração seletiva (Higuchi, 2007).

No Brasil, o conceito de manejo florestal em regime de rendimento sustentável foi, primeiramente, introduzido com a realização dos primeiros inventários florestais, executados por peritos da FAO, em fins de 1950. O primeiro plano de manejo foi feito para a FLONA de Tapajós, em 1978, para uma área de 130 000 ha, como área demonstrativa. Depois da primeira regulamentação do Art. 15 do Código Florestal, em 1994, vários PMFS foram aprovados para a Amazônia. O precursor foi o projeto de 50 mil hectares da Precious Woods Amazon, em Itacoatiara (AM), em 1994 e foi também o primeiro a obter a certificação florestal (Higuchi, 2007)

Em 1978 foi estudada e comprovada a viabilidade da exploração em floresta de terra firme na região de Curuá-Una/PA (Sudam, 1978), onde foi gerado um pacote tecnológico usado até hoje. Com o aprofundamento do conhecimento da dinâmica da floresta, agregado a experiência dos sistemas desenvolvidos até então, foram definidos, em meados da década de 90, quais eram os parâmetros que constituíam boas práticas de manejo, mais tarde denominado de manejo florestal de exploração de impacto reduzido (MF-EIR). A Fundação de Florestas Tropicais (HOMES *et al*., 2002) desenvolveu um pacote tecnológico para a prática do manejo florestal para produção madeireira em áreas de terra-firme. Esse pacote foi desenvolvido por engenheiros florestais de renome e algumas mudanças, em relação a Sudam, 1978, foram a utilização de cabo e estropo no arraste, construção prévia das picadas de arraste e ainda no tamanho, forma e localização dos pátios.

Com a utilização crescente das geotecnologias aplicadas ao manejo florestal, surgiu o termo manejo de precisão. Mediante o avanço da tecnologia digital e do sensoriamento remoto, foi recentemente desenvolvido pela Embrapa Acre, um modelo de manejo florestal de precisão,

baseado no Sistema de Informações Geográficas (SIG) e Sistema Global de Navegação por satélite (GNSS) denominado Modelo Digital de Exploração - Modeflora. Nesse modelo, as atividades são realizadas com o uso de aparelhos de GPS de alta sensibilidade, conferindo ao planejamento informações georreferenciadas das árvores e uma modelagem do terreno da floresta a partir de variações barométricas e imagens de radar.

Segundo Figueiredo (2008) as técnicas preconizadas pelo modelo digital têm se mostrado eficientes nas atividades de exploração florestal, além de serem uma excelente ferramenta de monitoramento das operações de campo. Com isso, diversas empresas madeireiras no Estado do Acre passaram a adotar a tecnologia digital. Em agosto de 2008, o poder público estadual regulamentou as técnicas do Modeflora e, assim, o Acre passou a ser o primeiro Estado na Amazônia com norma específica para o manejo de precisão em florestas tropicais. Com a qualificação de engenheiros e técnicos florestais, a expectativa é de que, num curto espaço de tempo, as técnicas do Modeflora sejam o principal mecanismo de planejamento de manejo florestal na região.

4.2. Modelo Digital de Exploração Florestal

As informações contidas neste tópico foram retiradas de Figueiredo (2007).

Mencionar precisão das operações florestais demanda três tecnologias convergentes, conforme já mencionado por Ribeiro (2002): sensoriamento remoto (SR); sistema de informações geográficas (SIG); e, sistema de posicionamento global (GPS).

O manejo de precisão pode ser definido em duas categorias: a) emprego de informações geoespaciais para o manejo de florestas; e, b) manejo de sítio florestais específicos.

Os avanços tecnológicos no planejamento das atividades na agricultura empresarial com o emprego do Sistema Global por Navegação por Satélites - GNSS é uma realidade a pelo

menos uma década. No entanto, na atividade de manejo florestal na Amazônia os técnicos, engenheiros, madeireiros e órgãos ambientais, têm utilizado imagens de satélites e GPS apenas para realizar o macrozoneamento do imóvel florestal.

Existem ferramentas matemáticas de planejamento e de pesquisa operacional que, associadas aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) possibilitam melhoria no planejamento das operações do manejo florestal. Essas ferramentas têm sido usadas eventualmente no planejamento da exploração de florestas plantadas (Lopes e Machado, 2003) e praticamente não foram usadas em florestas naturais (Braz, 1994).

Para os levantamentos de campo incluindo o inventário censitário das árvores exploráveis e remanescentes das espécies comerciais e protegidas por lei, os técnicos ainda utilizam o procedimento de coordenadas XY marcado em campo (também chamada de falsas coordenadas), devido principalmente, às dificuldades de utilização de equipamentos, softwares e produtos de sensoriamento remotos adequados.

Observa-se, frequentemente, em planos de manejo florestal em execução, a abertura de estradas para acessar áreas com baixo potencial madeireiro; pátios superdimensionados para estocar essa madeira, assim como o equivocado dimensionamento de compartimentos que não abastecem a indústria em quantidades adequadas ao que seu tamanho indicava quando do planejamento.

Nesses casos, além do aumento dos custos de construção e de manutenção de estradas, áreas da floresta são danificadas desnecessariamente, alterando sua composição e estrutura, com isso reduzindo o estoque de madeira comercial para o próximo ciclo (Braz & Passos, 2005).

Atualmente, os principais problemas do planejamento florestal por meio do inventário florestal censitário regulamentado por norma específica são:

1. Abertura de picadas (linhas) em áreas florestais de polígono irregular
2. Emprego das coordenadas XY de campo para o levantamento florestal

3. Desconhecimento da área a ser inventariada

4. Inventário com “prazo de validade curto”

A não consideração dos fatores ambientais no planejamento da exploração da área florestal manejada ocasiona:

1. Desconhecimento do real padrão de distribuição das espécies florestais;

2. Rede de arraste inadequada;

3. Perda de árvores já cortadas;

4. Maior necessidade de manutenção de estradas, sendo a erosão um dos principais fatores da pequena durabilidade destas obras;

5. Baixo rendimento operacional para instalação das estradas e pátios;

6. Maiores danos ambientais;

7. Maiores custos;

8. Tratamentos silviculturais não específicos; e,

9. Controle e monitoramento inadequados.

Todas estas falhas de execução do plano em parte são resultado do desconhecimento de possibilidades de integração do sistema de informações geográficas, sensoriamento remoto, inventário florestal e a execução em campo do plano de exploração de forma precisa.

Muitas têm sido as tentativas de melhorar a precisão das informações florestais. A Japanese Forestry Agency tem desenvolvido equipamentos que buscam maior precisão das informações de campo, com a integração do GPS, bússolas eletrônicas, hipsômetros a laser, sutas digital e palmtops (Aruga, 2003), porém, sua aplicação completa para as condições amazônicas ainda apresenta restrições.

O Modeflora não se trata de um software ou equipamento, e sim de um novo processo, o qual busca integrar com maior precisão o sistema de informações geográficas, o inventário florestal com uso das tecnologias atualmente disponíveis do Sistema Global de Navegação por

Satélites – GNSS, e imagens de sensores remotos (radar e satélites). O Modeflora busca atender aos seguintes fundamentos técnicos e científicos do Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS, estabelecidos em diversas normas que regulamentam o Código Florestal:

1. Caracterização do meio físico e biológico;
2. Determinação do estoque de madeira existente;
3. Intensidade de exploração compatível com a capacidade da floresta;
4. Ciclo de corte compatível com o tempo de restabelecimento do volume de produto extraído da floresta;
5. Promoção da regeneração natural da floresta;
6. Adoção de sistema silvicultural adequado;
7. Adoção de sistema de exploração adequado;
8. Monitoramento do desenvolvimento da floresta remanescente; e,
9. Adoção de medidas mitigadoras dos impactos ambientais e sociais.

O Modeflora se propõe em:

1. Proporcionar redução de custos de planejamento, controle e monitoramento;
2. Agilizar as operações de demarcação das áreas de exploração florestal (área total do plano de manejo, unidades de produção anual - UPAs e unidades de trabalho - UTs);
3. Rastrear a operação de abertura de picadas e alocação das parcelas temporárias e permanentes;
4. Facilitar o inventário florestal censitário, por meio da utilização de GPS de alta sensibilidade. Este procedimento possibilita a eliminação das coordenadas X e Y, e ainda, viabiliza o retorno a qualquer momento, nas árvores inventariadas, mesmo que as picadas já estejam cerradas pela regeneração ou pela atividade de exploração florestal;
5. Modelar a hidrografia com imagens radar e auxilio de barômetros;
6. Modelar o relevo com imagens de radar e auxilio de barômetro;

7. Estabelecer novos critérios para o traçado e aberturas de estradas e pátios florestais, com base nas características ambientais da área ser manejada;

8. Planejar preliminarmente trilhas de arraste para execução em campo;

9. Identificar áreas de risco ambiental e as zonas de relevância ecológica, como nascentes e matas ciliares;

10. Reduzir impactos ambientais, em decorrência da maior precisão das intervenções;

11. Tornar digital e rastreado as operações de: localização das árvores pela equipe de corte; a abertura de estradas e pátios; e, o arraste de toras para os pátios de estocagem;

12. Criar a base para o processo de rastreabilidade por meio do inventário censitário georreferenciado;

13. Proporcionar maior rapidez nas avaliações de tempo e racionalização do trabalho, buscando eficiência e qualidade do trabalho; e,

14. Garantir aos órgãos de licenciamento um melhor controle e facilidade de monitoramento pós-exploratório da unidade de produção manejada;

A utilização do Modeflora pelo empreendedor florestal permitirá obtenção de relatórios de maneira rápida e precisa das operações de campo. Nas atividades pré-exploratórias, o investidor e os órgãos de licenciamento saberão precisamente a localização das árvores de interesse e quantidade necessária de infra-estrutura para sua exploração, considerando extensão de estradas, quantidade e dimensões dos pátios de estocagem, a extensão de estradas em terreno desfavorável, a quantidade de pontes, além de outros aspectos relevantes vinculados a estrutura florestal e as características de relevo e hidrografia.

Na abertura de estradas, a modelagem digital do terreno e da hidrografia possibilita a construção de estradas com baixo custo e impacto ambiental, visto que a maioria das estradas será construída em nível ou em divisores de água, o que diminui, significativamente, os custos para a construção de bueiros e pontes.

A definição de sítios homogêneos, também é outro ponto chave do manejo de precisão, possibilitando intervenções localizadas na floresta, conforme já mencionado por Ribeiro (2002). Com o emprego do Modeflora, a tarefa de definição de sítios homogêneos em florestas nativas, deixa o campo da teoria e torna uma das possibilidades na estratégia de intervenção florestal para o modelo silvicultural adotado pelo plano de manejo florestal.

Assim, o conceito de Manejo de Precisão pode ser aplicado às florestas naturais, considerando as características inerentes a essas florestas, as quais apresentam níveis mais elevados de diversidade biológica e variabilidade espacial. Neste contexto, possibilita o máximo rendimento (maximizando retornos financeiros), associado à busca do menor dano ambiental.

Umas das principais diferenças do modelo digital para o sistema convencional de planejamento florestal é a possibilidade de modelar antecipadamente as principais feições ambientais da área florestal a ser manejada, a exemplo da hidrografia e relevo.

Na silvicultura de precisão em florestas plantadas a modelagem da hidrografia permite avaliar a área de drenagem, o comprimento de um curso hídrico, a diferenças de cotas entre as nascentes e a foz, a forma da bacia, dentre outras possibilidades (Ribeiro, 2002).

Em florestas tropicais nativas sob regime de manejo, a modelagem da hidrografia, associada com o microzoneamento da área de interesse, utilizando receptores GPS de alta sensibilidade, permitirá com precisão métrica a alocação de pontes e bueiros, nos locais em que o impacto ambiental sobre o ecossistema florestal será minimizado, além de possibilitar um menor número de transposições de rios e igarapés. Isso influenciará positivamente no resultado econômico final da atividade florestal. Em pouco tempo, o empreendedor, observa que executar um planejamento florestal que respeite as características do ambientes, gera bons resultados financeiros.

A primeira versão da modelagem da hidrografia, utilizando recursos de imagens de radar, servirá de base para o microzoneamento das Unidades de Produção Anual em florestas tropicais nativas.

Portanto, antes da equipe entrar em campo para a realização dos trabalhos de levantamento florestal, é realizado um diagnóstico detalhado dos rios, igarapés, nascentes e regiões alagadas. Estas feições geográficas são mapeadas com o emprego das imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) ou Missão Topográfica por Radar Interferométrico (Dados de domínio público disponíveis em: U.S. Geological Survey, EROS Data Center, Sioux Fal.s, SD). A tecnologia do Programa SRTM pode ser considera atualmente um dos principais instrumentos de planejamento da exploração florestal na Amazônia.

4.3. Imagens SRTM

A missão STRM foi executada pela NASA (National Aeroneutics and Space Administration) em parceria com a NIMA (National Imagery and Mapping Agency), o USDD (United States Departamento of Defense), a DLR (Centro Aeroespacial da Alemanha), e a ASI (Agência Espacial Italiana) e teve como objetivo principal a geração do Modelo Digital de Elevação (MDE).

Em fevereiro de 2000, o ônibus espacial Endeavour orbitou a Terra realizando a Missão Topográfica por Radar Interferométrico. Durante um período de 11 dias, foi gerado o mais completo e detalhado banco de dados sobre a topografia altimétrica de 80% das áreas não submersas do planeta, entre latitudes 60°N e 56°S. Os dados levantados representa uma precisão topográfica altimétrica equivalente a mapas na escala de 1:50.000.

A nave levou, em seu compartimento de carga, um equipamento SAR interferométrico (Radar de Abertura Sintética), operando nas bandas C e X. Uma haste mecânica presa à nave levou em sua extremidade duas antenas receptoras do SAR, bandas C e X. O sobrevôo foi

concluído com a coleta de 12 TB (terabytes) de dados que vêm sendo processados para a formação de Modelos Digitais de Elevação (MDE). O processamento dos dados coletados visou à formação de um MDE mundial, elaborado continente por continente, iniciado com a América do Norte (Santos et al., 2006).

A SRTM produziu uma grade de pontos com precisão horizontal de 30 metros (1 arco-segundo), o que significa que áreas com dimensões de 900 metros quadrado, são facilmente mapeadas. No entanto, somente foram disponibilizadas para uso público as imagens com resolução de 3 arcos-segundos (90 metros) representam um avanço importante em relação à alternativa até então disponível, os dados RADARSAT-1 (com resolução quilométrica) sendo a informação deste radar 10 vezes mais precisa que os modelos existente na época (Valeriano, 2004). A grande vantagem tecnológica do modelo é o emprego do mesmo método para coleta e processamentos dos dados, ou seja, pelo radar interferométrico. O que garante a qualidade das informações para uso regional e local. As características do Modelo Digital de Elevação (primários) do STRM (radar Banda – C) encontram-se na Tabela 1, conforme Souza Filho (2004) adaptado.

Tabela 1- Características do Modelo Digital de Elevação SRTM.

Descrição	Características
Acurácia horizontal	20 metros
Acurácia vertical	4 metros
Amostragem horizontal	
Disponível	3” x 3” lat/long (90 x 90 m)
Não disponibilizada (EUA)	1” x 1” lat/long (30 x 30 m)
Amostragem vertical	1 metro
Projeção cartográfica	geográficas (latitude/longitude)
Sistema de referência	WGS-84
Formato dos dados	16 bits
Tamanho da cena	650 x 650 km

Outra característica observada nos dados SRTM é sua sensibilidade a feições antrópicas de expressão topográfica, tais como cortes e aterros de estradas e edificações presentes em áreas urbanas, perceptíveis sob larga ampliação. A expressão de feições antrópicas

sobre os dados topográficos não se restringe às áreas urbanas. Em áreas de floresta, foi possível observar o desnível da superfície causado pelo desmatamento em diversos locais (Valeriano, 2004).

Observadas as especificações dos dados disponibilizados, pode-se tecer algumas considerações a respeito de seu potencial e suas limitações. Grande parte do território nacional é provida de mapeamento em escalas demasiadamente generalizadas para várias utilizações da informação topográfica. Por este aspecto, pode-se considerar o dado SRTM a melhor informação topográfica já disponibilizada para grande parte de nosso território. A resolução de 90 metros representa um avanço importante em relação à alternativa até então disponível. Segundo Santos *et al.* (2006), a confiabilidade dos dados do programa SRTM apresentou melhores resultados altimétricos quando comparado ao modelo digital de elevação gerado a partir da carta da topográfica do Serviço Geográfico do Exército (DSG).

No entanto, deve-se lembrar que são dados remotos e que, como tais, trazem consigo as limitações intrínsecas do sistema e estão sujeitos a uma série de fatores que alteram a relação de veracidade para com a paisagem existente. Seu uso, portanto, requer o desenvolvimento de processos de pré-tratamento, para que atendam, ou que se aproximem, à demanda técnica da modelagem do relevo por SIG e sua integração com outras informações. Após o pré-tratamento, uma avaliação dos dados quanto ao seu potencial e limitações é oportuna antes da integração em modelos mais complexos, para que se possa estimar a precisão geral dos resultados finais de cada estudo.

Uma peculiaridade indesejável também destes dados é sua sensibilidade a quaisquer objetos presentes sobre a superfície do terreno, tais como antenas, edificações e mesmo variações da cobertura vegetal. Embora tais objetos façam parte da superfície terrestre, suas inclusões no modelo atrapalham a percepção da superfície do terreno em si, como conviria à obtenção de informações de cunho topográfico. Filtragens causam ao usuário a impressão visual

de minimizar estes efeitos, porém filtros (média, passa-baixa) não discriminam artefatos de feições reais, suavizando todo o relevo indistintamente. Estudos anteriores comprovam que suavizações desnecessárias do MDE prejudicam o desempenho de algoritmos de declividade, por exemplo (Valeriano, 2004).

O MDT interferométrico foi especificado a atender uma exatidão absoluta de ± 16 m em 90% dos dados (Rabus et al., 2003). Um levantamento de campo oficialmente realizado pela NASA para se obter uma avaliação do MDT SRTM, aponta para um erro absoluto de 6,2 m em 90% dos dados para a América do Sul (Rodriguez *et al.*, 2005).

Na utilização da imagem SRTM deve-se atentar para o tratamento das inconsistências do modelo antes de utilizá-lo, evitando-se, assim, erros que podem interferir no modelo final. As inconformidades geralmente ocorrem nas cotas mais baixas, próximas das calhas dos grandes rios da região Amazônica.

As imagens podem ser adquiridas de forma gratuita de diversos sites da rede mundial de computadores. O site mais completo quanto as imagens SRTM é o do USGS (United States Geological Survey), em que permanecem disponíveis sob a resolução de aproximadamente 90 metros. O acesso pode ser feito pelo endereço: http://srtm.usgs.gov/data/ obtainingdata.html.

4.4. Utilização do GPS de Alta Sensibilidade na Floresta

Apesar da degradação do sinal GPS sob as copas das árvores, os receptores GPS com antena de alta sensibilidade (tecnologia Sirf Star III) minimizam substancialmente os problemas de recepção. Porém, o procedimento de apropriação de coordenadas geográficas das árvores ainda é um levantamento sem precisão e acurácia quando comparado com os receptores com recepção da portadora L1 e L2.

Entretanto, é uma evolução quando comparado com o sistema de falsas coordenadas empregados pelos inventários florestais censitários.

A antena de alta sensibilidade dos receptores GPS é equipada com um “chip” de alto desempenho e recebe sinais de baixa freqüência (menores que 159 dBm). Isso permite a navegação em tempo real em ambientes adversos, através de regiões edificadas e sob o dossel de florestas densas como na Amazônia.

A tecnologia Sirf Star III calcula automaticamente a posição do receptor GPS, procedendo mais de 200.000 correlações dos sinais recebidos, melhorando significativamente os resultados obtidos atualmente com os receptores GPS tradicionais (Bendlin, 2007).

Em decorrência dos problemas de degradação do sinal código C/A (feitos atmosféricos, bloqueios da vegetação...), os cuidados com a apropriação dos pontos devem ser redobrados.

Um fator importante na apropriação das coordenadas geográficas é a forma de posicionar o receptor GPS durante a coleta da coordenada, além de não avaliar o posicionamento da constelação de satélites da rede GPS. Proceder a apropriação da coordenada posicionando o receptor na horizontal e próximo da árvore inventariada, dificulta significativamente o recebimento do sinal, e não permite uma boa triangulação ou geometria dos satélites (fator primordial para um adequado registro de coordenadas).

A geometria dos satélites é a localização dos satélites em relação uns aos outros sob a perspectiva do receptor GPS (Gorgulho, 2007 *apud* Figueireido). Se um receptor GPS estiver localizado sob uma constelação satélites e todos estiverem na mesma localidade do céu, sua geometria é inadequada para a apropriação de uma coordenada com maior precisão. O posicionamento dos satélites numa mesma região gera uma triangulação pobre e o campo comum da intersecção das medidas é grande. Com isso, o receptor registrará uma posição, porém, a precisão não é satisfatória.

Se a mesma constelação de satélites estiver com os satélites distribuídos em locais diferentes no céu, a precisão é elevada significativamente.

Outra importante fonte de vícios é a interferência resultante da reflexão do sinal na vegetação, principalmente da árvore que se pretende coletar a coordenada, o que acaba gerando um “sinal imagem” similar a imagem ‘fantasma’ na televisão, interferindo no cálculo da posição.

Portanto, além de observar a posição dos satélites no céu, o operador do receptor de alta sensibilidade no inventário censitário, deverá estar posicionado preferencialmente de costas para a árvore de interesse e com o receptor GPS na vertical e na altura do peito (1,3 metro).

O receptor GPS, além de ser utilizado para coleta das coordenadas das árvores, também será empregado como guia para abertura de picadas. Para os trabalhos de campo, será inicialmente repassada ao receptor GPS a posição de todas as picadas, com os respectivos pontos de partida e chegada. Com isso, o coordenador de campo, por meio da navegação entre pontos, realiza conferências sistemáticas do ângulo da picada, distância percorrida e percurso restante até a outra extremidade da picada.

O mapa digital da unidade de produção, disponibilizado no GPS, passa a constituir o principal instrumento de apoio da equipe de inventário, dando maior segurança nas tomadas de decisões das atividades de campo.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Caracterização da Área

O estudo foi realizado em 06 Unidades de Campo (UC) dentro da quadra 340/9696 na Fazenda Itapiranga 07 inserido no município de Silves/AM, (Figura 1) mostrando os vértices com as suas respectivas coordenadas geográficas.

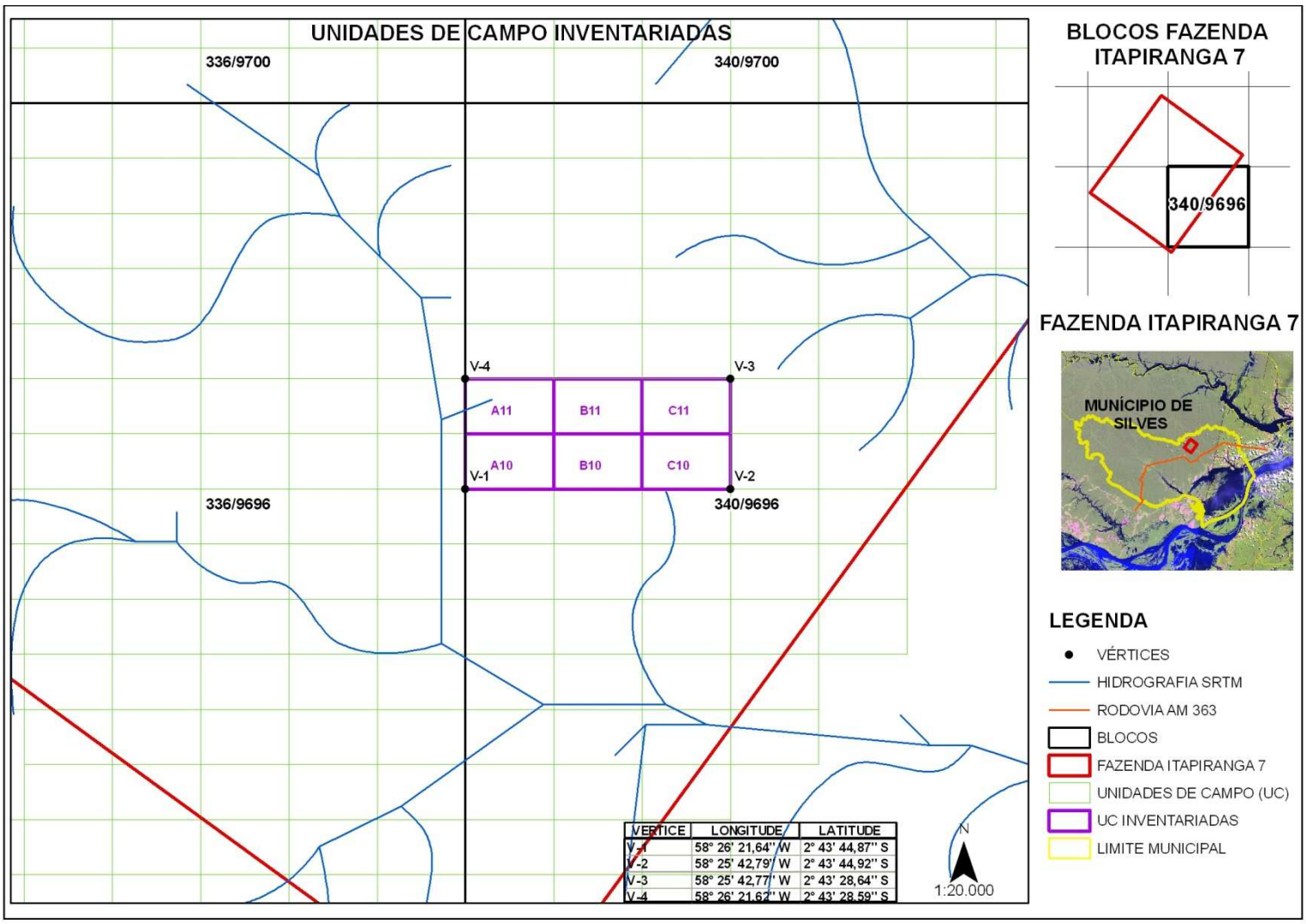


Figura 01- Localização da área de estudo

O clima da região onde está situada a área de estudo está classificado, segundo Köppen-Geiger, como pertencente ao Grupo A (Clima Tropical Chuvoso), o qual abrange a variedade climática Amw (Clima Tropical de Monções), uma variante do tipo am. Este clima

possui todas as características do clima monçônico, com altas precipitações durante quase todo o ano (Clima sub-equatorial) (PEEL et al, 2007).

A geologia da área está vinculada à Formação Alter do Chão, originada durante o cretáceo superior, e que recobre parcialmente todas as unidades paleozoicas pós-silurianas da Bacia do Amazonas. Essa formação é representada por arenitos e argilitos. Sua espessura está estimada em torno de 1.250 m, à qual se atribuir um ambiente de deposição flúvio-lacustre a fluvial.

O relevo é formado por planaltos dissecados, com platôs levemente inclinados, com encostas íngremes que podem atingir de 5 a 20 m de profundidade, com declives de até 40°.

Ibanez (2006), utilizando imagens SRTM para estudar a rede de drenagem na borda norte da Bacia Sedimentar do Amazonas, onde se localiza a área de Manejo Florestal da Precious Woods Amazonas - PWA, identificou a presença de anomalias morfoestruturais relacionadas com estruturas arqueadas, ligadas a processos de erosão de relevo positivo, em estágios iniciais e avançados. Essas anomalias foram caracterizadas como anomalias morfoestruturais em blocobasculado, domo falhado e domos.

As sub-bacias dos rios Anebá e Carú que cortam a área mostram um fluxo principal de Noroeste para Sudeste, desaguando no rio Urubu, que por sua vez deságua no rio Amazonas, apresentando forte assimetria e tendo como padrões de drenagem dominante: pinado, contorcido e complexo. O padrão pinado é caracterizado pelas confluências em ângulos agudos do Rio Carú e seus tributários. Na parte leste, ocorre o padrão contorcido, marcado por drenagens fortemente curvadas na margem direita do Rio Uatumã. Na parte centro-norte, o padrão presente é uma combinação de treliça, angular e contorcido, denominado de complexo (Ibanez, 2006).

O Rio Caribe situado na parte noroeste possui pouca influência na área, todavia sua bacia tem importância ambiental devido alguns de seus afluentes drenarem a área do empreendimento. Os igarapés de maior expressão são os igarapés: Xirolão e Curupira,

localizados na parte nordeste do empreendimento, sendo ambos afluentes do Rio Anebá. Estes rios e igarapés, durante o período chuvoso aumentam consideravelmente de volume, provocando o alagamento de áreas com vegetação, denominadas de floresta de Igapó.

Na área podem ser encontradas as seguintes formações vegetais: Floresta Ombrófila Densa, Floresta de Alagadiço (Igapó) e Campinarana.

A formação vegetal predominante é a Floresta Ombrófila Densa, com as variações Submontana e Terras Baixas, associadas às formações do relevo.

Segundo informações do Projeto RADAM (1978), a estrutura da floresta ombrófila densa é caracterizada por se distribuir geralmente por três camadas distintas: estrato superior ou dominante (dossel emergente), composta de indivíduos com grandes copas e troncos altos e retilíneos, e ainda um estrato intermediário ou coodominante e um estrato inferior ou dominado, ambos abaixo do dossel emergente.

O estrato superior ou dominante é formado por árvores de grande porte, tais como: *Dinizia excelsa* (angelim-vermelho) e *Cedrelinga cateaneformis* (cedrorana), *Lecytthis poiteaui* (jarana), e *Lecythis pisonis* (castanha-sapucaia), *Manilkara* spp. (maçaranduba), *Protium* sp. (breu), *Pouteria* spp. (abiu), *Brosimum* spp. (amapá), e *Goupia glabra* (cupiúba).

O estrato intermediário ou co-dominante é formado por árvores de porte menor, como: *Simarouba amara* (marupá), *Enterolobium schomburgkii* (sucupira-amarela), *Licaria* spp., *Aniba* spp., *Nectranda* spp. e *Ocotea* spp. (louros), *Brosimum rubescens* (muirapiranga), juntamente com muitas outras espécies.

O estrato inferior ou dominado é constituído de espécies que podem se desenvolver em condições de forte sombra, tais como: *Aspidosperma* sp. (carapanaúba), *Minquartia guianensis* (acariquara), *Swartzia* spp. (arabá), *Clusia* sp. (Apuí) e *Aldina* spp. (macucu) juntamente com muitas outras espécies.

A Floresta Ombrófila Densa Submontana está situada nos terrenos mais altos, recobrindo a região dos topos dos platôs, com solos argilosos profundos. Apresenta árvores de grande porte, tanto em diâmetro e altura, de espécies com valor econômico para a atividade madeireira. A Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas caracteriza-se por ser semelhante à Submontana, contudo apresenta um potencial volumétrico inferior, devido seus indivíduos possuírem menor porte.

5.2. Materiais

Para elaboração e construção da modelagem da hidrografia, utilizando recursos de imagens de radar, imagem SRTM, que servirá de base para o microzoneamento da área. E também na fase do censo florestal coletando com receptor GPS as coordenadas verdadeiras das árvores. Nestas etapas são necessários os seguintes softwares, equipamentos e insumos técnicos:

1. Computador com 15 GB de espaço livre no HD, memória de vídeo de 128 MBs, memória RAM de 4 GB;
2. GPS com antena de alta sensibilidade (tecnologia Sirf Star III) com barômetro acoplado incluindo cartão de memória de 2GB
3. Software para o receptor GPS (GPS TrackMaker ®);
4. Bússolas;
5. Planilhas de campo;
6. Pregos e plaquetas de alumínio para identificação de árvores.
7. Software de geoprocessamento (ArcGIS 9.3 ®);
8. Extensões do ArcGIS: Xtools PRO e Hidrology;
9. Base de dados vetorial do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas – Ipaam, com informações sobre hidrografia, unidades de conservação, terras indígenas, cidades, solos, etc.

10. Imagens CBERS 2B E LANDSAT 5 de data de imageamento de dezembro/2009 (passagem recente do satélite na área em questão) para diagnósticos de feições florestais, colocações e posseiros;

11. Imagem da Missão Topográfica por Radar Interferométrico – SRTM / NASA.

5.3. Métodos

5.3.1. Análise dos dados

Os dados foram processados e analisados no Sistema de Informação Geográfica ArcGIS versão 9.3. Apesar de esse sistema ser comercial, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) possui a licença para usá-lo. Por tanto não houve restrições quanto ao seu uso.

5.3.2. Comparação das picadas virtuais com o método utilizado pela Precious Woods Amazonas

Aplicação da metodologia descrita pelo Modeflora, foi criado um SIG, no software ArcGIS 9.3, com as informações sobre a área a ser inventariada, em seguida esse banco de dados foi transferido para o programa GPS TrackMaker 4.0 e por fim, as informações geradas foram carregadas no receptor GPS.

O inventário florestal das Unidades de Campo (UC) foi o censitário, com a apropriação das coordenadas geográficas de todas as árvores inventariadas (na projeção cartográfica UTM e sistema de referência South America 1969), com GPS Sirf Star III (código C/A), conforme orientações de Figueiredo e Cunha (2009).

A primeira etapa foi a criação das feições da Unidade de Campo. Por exemplo, foram abertas linhas com uma distância entre si de 50 m com um azimute estabelecido pela PWA. Por fim, as picadas virtuais (feição de polilinha) foram carregadas no GPS. Cada UC possui 10

hectares, 250 x 400 metros. A área total do inventário foi de 60 ha ou o equivalente a 06 UC's. Em cada UC houve aproximadamente três unidades de amostras estabelecidas de forma sistemática. As unidades de amostras tiveram área igual a 1,00 hectare (200 x 50 metros) existindo um intervalo de 100 metros entre uma unidade de amostra e outra (Figura 02).

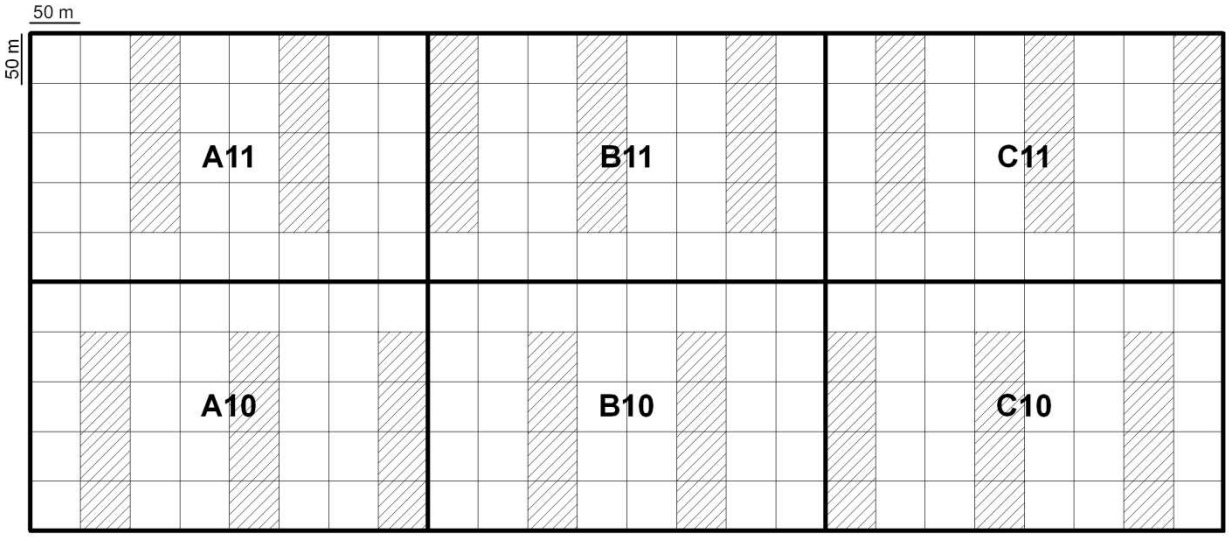


Figura 02- Layout da coleta de dados nas Unidades de Campo.

As variáveis tomadas no censo florestal para cada árvore foram: identificação botânica; diâmetro à altura do peito (DAP); número da placa de identificação; número do ponto gerado pelo receptor GPS.

Para o inventário á 100% com GPS, o operador do receptor de alta sensibilidade, esteve posicionado de costas para a árvore de interesse e com o receptor GPS na vertical e na altura do peito (a 1,30 metro).

Posteriormente, o censo florestal feito com as picadas virtuais, a equipe da Precious Woods Amazonas realizou o censo florestal no método tradicional, abrindo as picadas físicas e plotando as árvores em ficha de campo para georreferenciamento das árvores.

A comparação foi feita através das listas geradas do inventário pelos dois métodos. Assim foi concluído, através do somatório do total de árvores das duas listas se houve perda utilizando somente as picadas virtuais.

Para implantação do inventário florestal censitário pelo Modeflora a equipe de campo foi constituída, conforme Tabela 2. Várias outras composições podem ser formadas de acordo com o tamanho e localização da unidade de produção florestal a ser inventariada.

Tabela 2- Dimensionamento da equipe de campo para instalação do IF à 100% e do microzoneamento pelo Modeflora.

Atividade	Equipe		
	Função	UFAM	PWA
Realizar o censo florestal	1 identificador		x
	1 ajudante		x
	1 operador GPS	x	
	1 anotador	x	

As atividades realizadas pela equipe do Censo Florestal, foram:

- Coordenação geral de campo feita pelo líder da equipe;
- Seleção do ponto para registro da altitude que servirá de referência para calibração do barômetro;
- Auditoria de abertura de picadas com o GPS de alta sensibilidade;
- Calibração diária do barômetro do GPS;
- Apontamentos na caderneta de campo; e,
- Apontamentos do microzoneamento.
- Localização das árvores;
- Identificação botânica das espécies;
- Apropriação da coordenada geográfica das árvores inventariadas.
- Corte de cipós;

Após a coleta de dados, as coordenadas apropriadas com GPS de alta sensibilidade, foram descarregadas com auxilio do software GPS TrackMaker 4.0, na projeção UTM e datum SAD69 (média GPS).

5.3.3. Modelagem da topografia usando imagens SRTM comparado com microzoneamento realizado pela PWA

Foi seguido o método proposto pelo Modeflora, realizando o download da cena de interesse do Modelo Digital de Elevação (MDE) da missão SRTM e depois recortando para a área de interesse.

Este imagem recortada deve ter uma área média de 25.000 hectares, ou aproximadamente, 16 x 16 km com a finalidade de otimização no processamento e evitar erros de sobrecarga (exceder limite) de dados. Deste MDE maior do entorno da área do manejo florestal, serviu tanto para a modelagem da hidrografia, como para a construção das curvas de nível. Esta dimensão da imagem SRTM é o suficiente para se avaliar as características da topografia do entorno. E os arquivos gerados de seu processamento são facilmente trabalhados, não necessitando de equipamentos com maiores recursos de processamento de dados, o que muitas vezes é um transtorno para profissionais liberais.

Para utilização da imagem de radar SRTM deve-se ter cuidados na sua utilização devido a mesma possuir uma resolução especial de 90 metros, ou seja, após modelada a topografia do terreno, as mesmas deverão ser ajustadas com o microzoneamento com a utilização do GPS.

Essa modelagem utilizando a imagem da SRTM serviu apenas como referência para localização dos possíveis canais de drenagem. Nesse caso, foi formada uma equipe exclusiva para o microzoneamento da rede de canais de drenagem existente na área a ser explorada.

Neste procedimento, foram criados feições de hidrografia e curvas de nível de toda região com finalidade de oferecer à equipe de campo, os destaques para as situações críticas de regiões colinosas, rampas de longo comprimento, áreas alagadas e locais de forte aclive ou declive. Assim, as regiões mapeadas devem ser transferidas para o GPS de alta sensibilidade com sinal de alerta, servindo de auxílio aos trabalhos de campo.

Somente os procedimentos de diagnóstico da hidrografia e dos destaques topográficos invertem a rotina tradicional do levantamento de campo, visto que as equipes de inventário terão a função de apenas ajustar a modelagem, por meio da marcação dos pontos de intersecção entre picadas e canais de drenagem, além de identificar, mensurar e georreferenciar as árvores.

Vale ressaltar, que as inconformidades do diagnóstico prévio com a checagem de campo podem ocorrer de forma mais importante, principalmente, quando houver equívocos nos transporte das informações para o GPS, a exemplos de divergências entre os sistemas de referência do software utilizado e a configuração do receptor GPS.

No microzoneamento realizado pela PWA foi desenhada os aspectos hidrográficos do terreno e também das informações topográficas simultaneamente com a atividade do Censo Florestal. Posteriormente foi avaliada e comparada a modelagem da hidrografia gerado com a imagem SRTM, e por fim foi comparada com microzoneamento da PWA.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O mapa de localização e detalhamento da Fazenda Itapiranga 07 (FIGURA 1) com escala de 1:20.000 está georreferenciado com coordenadas geográficas, obtidas através de receptor de GPS, tendo sido elaborado com imagem do satélite LANDSAT com passagem no ano de 2011.

A hidrografia foi modelada a partir da imagem SRTM, segundo a metodologia proposta pelo manual do Modeflora para a área total da fazenda Itapiranga 07 que possui 3.000 hectares. A precisão da modelagem da hidrografia depende do nível de detalhamento e do tamanho da célula interpolada. Neste trabalho o nível de detalhamento foi o mesmo sugerido pelo manual — foram selecionadas todas as linhas, exceto a primeira, da tabela de atributos . O mapa da hidrografia (FIGURA 3) com escala de 1:40.000, mostrou algumas inconformidades, por exemplo cursos d'água cruzando curva de nível e hidrografia com ângulos obtusos (fechados) o que na realidade não acontece.

Posteriormente, com a finalidade de minimizar a hidrografia obtusa fez-se o ajuste da hidrografia modelada evitando cursos d'água com ângulo menor ou igual a 90 graus usando a ferramenta *Smooth* do programa ArcGIS.

Com a construção da hidrografia utilizado a imagem SRTM, e posteriormente, fazendo breves e simples edições para eliminar erros visíveis ter-se-á com absoluta certeza um ganho em tempo no licenciamento do órgão de fiscalização, principalmente no setor de geoprocessamento. Além de facilitar o processo de licenciamento, o envio das feições digitais hidrográficas e topográficas irá auxiliar na edificação da base geográfica do Estado, em função desta ainda não estar completa para os principais destaques ambientais da região.

Outro aspecto importante a ser lembrado durante o planejamento do manejo florestal é que este procedimento não dispensa o trabalho de campo referente ao microzoneamento dos pequenos canais de drenagem, visto que a precisão da imagem SRTM é de 3 arc – segundos ou

90 metros. Portanto, necessita de edição do arquivo da malha hidrográfica referente aos pequenos meandros que não são identificados pela imagem de radar (Figuereido, 2009).

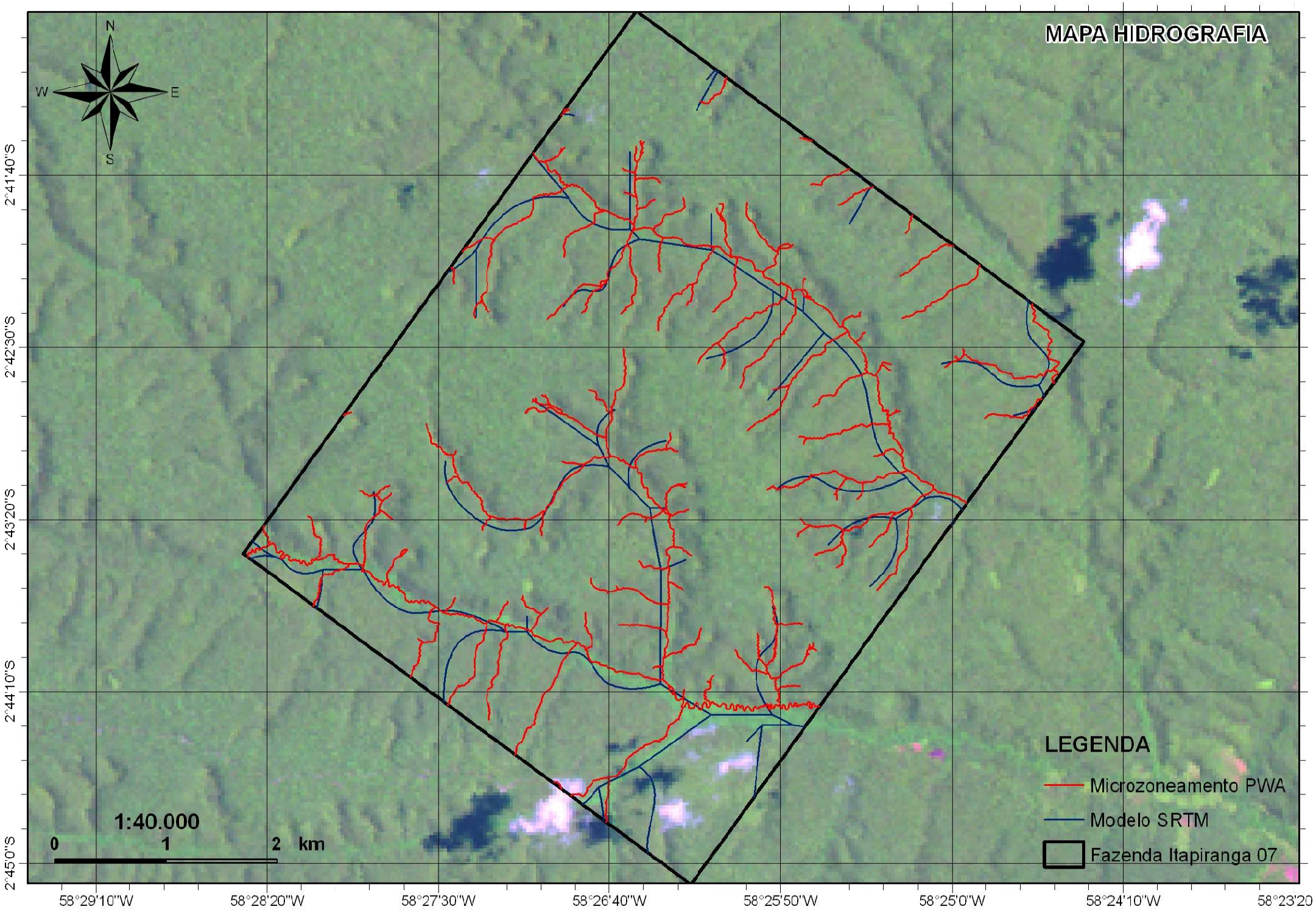
Com a malha de curvas de nível traçada é oferecida à equipe de campo, os destaques para as situações críticas de regiões íngremes, rampas de longo comprimento, áreas alagadas e locais de forte aclive ou declive. Portanto, servindo de subsídios aos caminhos de arraste das toras pelo trator e facilitando a identificação de áreas de preservação permanente (APP) como, por exemplo, as APP`s em topografias com declividade maior que 45° e as nascentes de rios. Com isso, as regiões mapeadas são transferidas para o GPS de alta sensibilidade com sinal de alerta, servindo de auxílio aos trabalhos de campo.

Somente os procedimentos de diagnóstico da hidrografia e dos destaques topográficos invertem a rotina tradicional do levantamento de campo, visto que as equipes de inventário terão a função de apenas ajustar a modelagem, por meio da marcação dos pontos de intersecção entre picadas e canais de drenagem, além de identificar, mensurar e georreferenciar as árvores.

Conforme a recomendação foi realizada o microzoneamento feita pela equipe da PWA mostrando a malha hidrográfica da Fazenda Itapiranga 07.

Observando as duas hidrografias geradas, tem no modelo SRTM uma fonte para auxilio no microzoneamento, com alta confiablidade, mas com pouca precisão nos dados altimetricos. Ainda pode se verificar cursos d’agua não encontrados pela equipe da PWA, porém acusados pelo modelo SRTM.

Figura 03- Mapa da hidrografia com o modelo SRTM e o microzoneamento PWA



As Fazendas Itapirangas, de responsabilidade da Precious Wood Amazon, estão localizadas nos municípios de Silves e Itapiranga no fuso UTM 21M Sul.

Nas unidades amostrais das 06 unidades de campo inventariadas pelo método do Modeflora, isto é, utilizando o receptor GPS para coletar a localização das árvores e sem abrir picadas com balizas de 25 em 25 metros foram encontradas 282 árvores.

A calibração do altímetro e da bússola foi atividade realizada diariamente no inicio do trabalho. Faz-se necessária essa calibração para aumentar a precisão do levantamento durante o dia.

O Censo Florestal realizado PWA na mesma área de coleta das unidades amostrais inventariou 282 árvores (Figura 04). Comparando o banco de dados do método Modeflora com o do método tradicional realizado pela PWA verificou-se que as árvores são equivalentes, ou seja, não houve perda de árvores utilizando as picadas virtuais na tela do receptor GPS.

A listagem completa das espécies inventariadas, com DAP, volume, descrição da família, nome cientifico e outras informações encontra-se no Apêndice.

7. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, pode concluir-se que:

- O método descrito pelo Modeflora, coletando as árvores com receptor GPS e usando as picadas virtuais para área da Fazenda Itapiranga 07 não apresentou diferença no número de árvores em relação ao método realizado pela PWA;
- O modelo da hidrografia gerada pela imagem SRTM apresenta alta confiabilidade porém possui pouca precisão nos dados altimetricos. Sendo utilizada como suporte a equipe de Inventário Florestal à 100% e a de microzoneamento;
- O microzoenamento da hidrografia não acusou alguns braços de hidrografia que o modelo hidrográfico SRTM verificou. Em campo pode-se verificar se a equipe não o registrou por descuido ou apresentou-se nessas regiões grotas secas;
- O receptor GPS além de georreferenciar as árvores, com a calibração diária do do altimetro, forneceu dados altimetricos de alta precisão servindo para aperfeicoar ainda mais o modelo hidrográfico final.

Este trabalho poderia ser melhor complementado com o uso de softwares livres, por exemplo, a utilização do programa GVSIG que possui uma interface bem amigável. Pode-se também gerar a malha hidrográfica como imagens de maior resolução espacial que a SRTM, assim capturando mais a hidrografia. Ainda indica-se o método Modeflora para utilização na atividade de inventário da PWA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARUGA, H. Precision Forestry Operations and Equipment in Japan. In: Precision Forestry Proceedings of the Second International. Seattle, Washington, 2003. p. 31-35.

ASNER, G.P.; Knapp, D.E.; Broadbent, E.N.; Oliveira, P.J.C; Keller, M. e Silva, J.N. 2005. Selective logging in the Brazilian Amazon. Science, 310: 480-482.

AZEVEDO, C.P. Dinâmica de florestas submetidas a manejo na Amazônia oriental: experimentação e simulação. Curitiba, 2006. 236f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

BRASIL. Departamento de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. 1978. Levantamento de Recursos Naturais. Folha Porto Velho (SC-20). Rio de Janeiro.

BRAZ, E.M. Planejamento da exploração em florestas naturais. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 32 p. Documentos 118.

BRAZ, E.M. Planejamento das atividades de exploração florestal em floresta tropical úmida. In: Congresso Internacional de Compensado e Madeira Tropical, 2.; Feira de Máquinas e Produtos do Setor Madeireiro, 1., 1994, Belém, P.A.Anais. Rio de Janeiro: SENAI, 1994. p.139-144

BRAZ, E.M. Manejo da floresta nativa e sua viabilidade. In: Congresso Ibero-Americano de Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos Florestais, II, Curitiba/PR, 9-13 de setembro de 2002. Anais..., Curitiba/PR: UFPR/FUPEF, 2002.

BRAZ, E. M.; PASSOS, C. A. M.; OLIVEIRA, L. C.; OLIVEIRA, M. V.N.; MATTOS, P. P. Management of precision: A new step aiming at tropical natural forest sustainability. In: XXII IUFRO World Congress, 2005, Brisbane. Program & Abstracts. brisbane, 2005. p. 180-180.

CLEMENT, C.R. e Higuchi, N. 2006. A floresta amazônica e o futuro do Brasil. Ciência e Cultura, 58(3):44-49.

CHAMBERS, J.Q., N. Higuchi e J.P. Schimel. 1998. Ancient Trees in Amazonia. Nature, 391, 135-136.

LEI n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965. Diário Oficial da União. Brasília, 15 de setembro de 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br> Acesso em: 14/12/2009.

DE PAULA, M.C.de S.; SÁENZ, T.W. Elaboração, acompanhamento e avaliação de projetos em ciência e tecnologia. Brasília/DF: Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), 2002. pg. 49.

d'OLIVEIRA, M.V.N; BRAZ, E.M. Manejo florestal em regime de rendimento sustentado aplicado à floresta do campo experimental da EMBRAPA-CPAF/AC. Rio Branco/AC: EMBRAPA/CPAF/ AC, 1998. (Boletim de Pesquisa, 21).

ESRI. Environmental systems Research Institute. Site: http://www.esri.com/. Acessado em: 20 de outubro de 2009.

FAO. 2006. Global Forest Resources Assessment 2005: Progress towards sustainable forest management. FAO Forestry Paper nº 147. 320p.

FIGUEIREDO, E.O. *et al.* Manejo de Precisão em Florestas Tropicais :Modelo Digital de Exploração Florestal. Embrapa-Acre, 2007

FIGUEIREDO, E.O. *et al.* Coeficientes Técnicos para o Inventário e Manejo Florestal com Emprego do Modelo Digital de Exploração Florestal (Modeflora). Comunicado Técnico 169 Embrapa-Acre, 2008

GORR, L.W., KURLAND, K.S. GIS Tutorial. Updated for ArcGIS 9.3. Workbook for ArcView 9,Site:http://gis.esri.com/esripress/display/index.cfm?fuseaction=display&websiteID=116&moduleID=1. Acessado em: 22 de agosto de 2009.

HIGUCHI, N. 2006. O desmatamento insustentável na Amazônia. Ciência Hoje, 39: 67-71.

HIGUCHI, N. et al. Noções básicas sobre manejo floretal 2007(Apostila).

HOMES, T. P. et al. Custos e benefícios financeiros da exploração florestal de impacto reduzido em comparação à exploração florestal convencional na Amazônia Oriental. Belém: Fundação Floresta Tropical, 2002. 69p.

HENDRISON, J. Controlled logging in managed tropical rain forests in Suriname. Wageningen: Agricultural University, 1989. 204p.

HER, Y. Assessment of interpolation methods for refining SRTM and DEM. American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph. 2008

LOPES, E.S., MACHADO, C.C. Desafios do planejamento da colheita florestal no Brasil. In: Simpósio Brasileiro sobre Colheita e Transporte Florestal. In: Simpósio sobre Colheita Florestal, VI. Belo Horizonte/BH, 8-10 de julho de 2003. Anais..., Viçosa/MG: UFV/SIF, 2003. p.44-68.

JARVIS, A., et al. (2004). Practical use of SRTM data in the tropics: Comparisons with digital elevation models generated from cartographic data. Working Document no. 198. Cali, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT): 32.

LUCAS FILHO, F.C. Análise da usinagem de madeiras visando a melhoria de processos em indústrias de móveis, 2004. 174 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

MACHADO, C.C. 2008. Colheita Florestal. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa. 2ª Ed. 501p.

NEPSTAD, D.C.; Stickler, C.M.; Soares-Filho, B. e Merry F. 2008. Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. Philosophical Transactions, 363: 1737-1746.

PINARD, M.A.; PUTZ, F.E.; TAY, J.; SULLIVAN, T.E. Creating timber harvest guidelines for a reduced-impact logging project in Malaysia. Journal of Forestry, v.93, n.10, October, 1995. p.41- 45.

RABUS, B.; EINEDER, M.; ROTH, A.; BAMLER, R. The shuttle radar topography mission a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, v. 57, p. 241-262, 2003.

REUTER H.I, A. Nelson, A. Jarvis, 2007, An evaluation of void filling interpolation methods for SRTM data, International Journal of Geographic Information Science, 21:9, 983-1008.

RIBEIRO, C. A. A. S. Floresta de Precisão. In: Colheita Florestal. Editor: Carlos Cardoso Machado, Viçosa/MG: Universidade Federal de Viçosa. 2002. pg. 311-335.

ROCHA, C.H.B. Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar. Juiz de Fora, MG: Ed. do autor, 2000. 220p.

RODRIGUES, E.; MORRIS, C. S.; BELZ, J. E.; CHAPIN, E. C.; MARTIN, J. M.; DAFFER, S. An assessment of the SRTM topographic products: Pasadena, CA: JPL, 2005. Site: http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/srtmBibliography.html . Acessado em: 27 de novembro de 2009.

SABOGAL, C.; SILVA, J.N. M.; ZWEEDE, J.; BARRETO. P.; GUERREIRO, C.A. Diretrizes técnicas para a exploração de impacto reduzido em operações florestais de terra firme na Amazônia Brasileira. Belém/PA: Embrapa, 2000. (Documento 64).

SANTOS, P.R.A.; GABOARDI, C.; OLIVEIRA, L.C.de. Avaliação da precisão vertical dos modelos SRTM para a Amazônia. Revista Brasileira de Cartografia, v.58/01, p. 101-107, 2006.

SILVA, J. de A. Análise Quali-Quantitativa da Extração e do Manejo dos Recursos Florestais da Amazônia Brasileira: Uma Abordagem Geral e Localizada (Floresta Estadual do Antimari-AC) Curitiba, 1996 547f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

SOARES-FILHO, B.S., Nepstad, D.C, Curran, L.M., Cerqueira, G.C, Garcia, R.A., Ramos, C.A., Voll, E., McDonald, A., Lefebvre, P. e Schlesinger, P. 2006. Modelling conservation in the Amazon basin. Nature, 440:520-523.

SOUZA FILHO, C.R. de. O relevo das Américas como nunca antes visto. Revista InfoGeo, v.30, p. 55-58, 2004.

VALERIANO, M.M. Modelo Digital de Elevação com Dados SRTM Disponíveis para a América do Sul, Inpe São José dos Camp0s-SP, 2004.

APÊNDICES

Apêndice 1

Relação do Censo Florestal na área de estudo. (CP: Chave primária; NM: Número da placa inventário Modeflora, utilizado receptor GPS; NP: Número da placa inventário Precious Wood Amazon, método tradicional; E: Erro dado pelo recpetor GPS, em metros; DAP: Diametro à altura do peito, em centímetros; G: Área basal, em metros quadrados; V: Volume, em metros cúbicos.)

Nome científico	Nome comum	Família	CP	NM	NP	E	DAP	G	V
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	0	276	211	3	39	0,1195	1,6290
Andira parviflora	Sucupira-vermelha	Leguminosae	1	281	261	3	60	0,2827	4,0610
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	2	282	390	5	46	0,1662	2,2290
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	3	283	223	4	28	0,0616	0,8680
Dipteryx odorata	Cumaru	Leguminosae	4	284	67	3	68	0,3632	4,6740
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	5	285	149	5	35	0,0962	1,3260
Qualea paraensis	Mandioqueira	Vochysiaceae	6	286	152	5	66	0,3421	5,1030
Ocotea neesiana	Louro-preto	Lauraceae	7	287	138	5	50	0,1964	2,3490
Osteophloeum platyspermum	Arura-branco	Myristicaceae	8	288	322	6	52	0,2124	2,5950
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	9	289	212	6	33	0,0855	1,1850
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	10	290	389	4	31	0,0755	1,0530
Scleronema micranthum	Cedrinho	Bombacaceae	11	291	21	5	57	0,2552	3,3900
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	12	292	188	4	23	0,0415	0,5970
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	13	293	22	5	36	0,1018	1,3990

Nome científico	Nome comum	Família	CP	NM	NP	E	DAP	G	V
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	14	294	140	4	25	0,0491	0,7000
Scleronema micranthum	Cedrinho	Bombacaceae	15	296	253	6	49	0,1886	2,5430
Brosimum parinarioides	Amapa	Moraceae	16	297	357	4	50	0,1964	2,8360
Scleronema micranthum	Cedrinho	Bombacaceae	17	298	33	4	57	0,2552	3,3900
Lecythis pisonis	Castanharana	Lecythidaceae	18	299	66	6	70	0,3848	5,2930
Osteophloeum platyspermum	Arura-branco	Myristicaceae	19	300	199	8	95	0,7088	8,1530
Hevea guianensis	Seringa-da-terra-firme	Euphobiaceae	20	301	94	4	49	0,1886	2,6880
Aspidosperma desmanthum	Pequia-marfim	Apocynaceae	21	302	380	4	63	0,3117	4,2220
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	22	303	198	4	31	0,0755	0,6170
Iryanthera paraensis	Arura-vermelho	Myristicaceae	23	304	120	5	70	0,3848	5,6400
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	24	305	213	5	23	0,0415	0,5970
Andira parviflora	Sucupira-vermelha	Leguminosae	25	306	23	4	66	0,3421	4,8670
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	26	307	373	5	38	0,1134	1,5500
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	27	308	381	4	49	0,1886	2,5100
Ocotea neesiana	Louro-preto	Lauraceae	28	309	93	5	57	0,2552	3,0130
Ocotea neesiana	Louro-preto	Lauraceae	29	310	151	5	52	0,2124	2,5310
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	30	312	214	3	44	0,1521	1,2010
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	31	313	358	3	25	0,0491	0,6990

Nome científico	Nome comum	Família	CP	NM	NP	E	DAP	G	V
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	32	314	296	3	44	0,1521	2,0480
Buchenavia viridiflora	Tanibuca	Combretaceae	33	315	84	4	55	0,2376	3,5490
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	34	316	139	4	35	0,0962	1,3260
Sclerolobium chrysophyllum	Taxi-amarelo	Leguminosae	35	318	140	4	40	0,1257	1,8280
Mezilaurus itauba	Louro-itauba	Lauraceae	36	319	388	4	92	0,6648	8,9060
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	37	320	372	3	38	0,1134	1,5500
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	38	321	148	4	25	0,0491	0,7000
Ocotea neesiana	Louro-preto	Lauraceae	39	324	222	4	74	0,4301	4,9470
Astronium lecointei	Muiracatiara	Anacardiaceae	40	327	150	3	76	0,4536	7,1280
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	41	328	387	5	30	0,0707	0,5800
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	42	329	141	5	38	0,1134	1,5490
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	43	330	149	4	28	0,0616	0,8680
Pithecellobium incuriale	Angelim-rajado	Leguminosae	44	331	24	4	47	0,1735	2,0440
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	45	332	32	5	22	0,0380	0,5490
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	46	334	141	4	24	0,0452	0,3800
Caryocar glabrum	Pequiarana	Caryocaraceae	47	335	142	4	50	0,1964	3,2040
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	48	336	382	4	17	0,0227	0,1970
Scleronema micranthum	Cedrinho	Bombacaceae	49	337	189	5	68	0,3632	4,7400

Nome científico	Nome comum	Família	CP	NM	NP	E	DAP	G	V
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	50	338	92	3	35	0,0962	1,3260
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	51	339	143	3	30	0,0707	0,9890
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	52	340	241	4	47	0,1735	2,3220
Scleronema micranthum	Cedrinho	Bombacaceae	53	341	260	4	42	0,1385	1,8970
Scleronema micranthum	Cedrinho	Bombacaceae	54	342	85	4	57	0,2552	3,3900
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	55	343	371	4	36	0,1018	0,8200
Enterolobium schomburgkii	Sucupira-amarela	Leguminosae	56	344	65	4	66	0,3421	4,9720
Hevea guianensis	Seringa-da-terra-firme	Euphobiaceae	57	345	297	4	60	0,2827	3,9490
Couratari guianensis	Tauari-branco	Lecythidaceae	58	346	383	4	89	0,6221	10,3030
Scleronema micranthum	Cedrinho	Bombacaceae	59	347	25	3	44	0,1521	2,0730
Protium paniculatum	Breu-branco	Burseraceae	60	348	298	4	92	0,6648	8,9830
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	61	349	144	3	27	0,0573	0,8100
Goupia glabra	Cupiuba	Celastraceae	62	350	197	3	92	0,6648	7,5900
Pithecellobium incuriale	Angelim-rajado	Leguminosae	63	352	64	4	55	0,2376	2,7560
Brosimum rubescens	Muirapiranga	Moraceae	64	261	254	4	76	0,4536	5,3390
Ocotea neesiana	Louro-preto	Lauraceae	65	270	57	5	44	0,1521	1,8420
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	66	272	370	5	36	0,1018	1,3990
Brosimum parinarioides	Amapa	Moraceae	67	113	145	3	65	0,3318	4,6690

Nome científico	Nome comum	Família	CP	NM	NP	E	DAP	G	V
Goupia glabra	Cupiuba	Celastraceae	68	114	215	3	56	0,2463	2,9550
Hevea guianensis	Seringa-da-terra-firme	Euphobiaceae	69	115	306	3	40	0,1257	1,8280
Mezilaurus itauba	Louro-itauba	Lauraceae	70	116	359	3	87	0,5945	8,0090
Brosimum parinarioides	Amapa	Moraceae	71	117	386	3	63	0,3117	4,4000
Osteophloeum platyspermum	Arura-branco	Myristicaceae	72	118	360	4	76	0,4536	5,3360
Clarisia racemosa	Guariuba	Moraceae	73	119	384	3	56	0,2463	3,5890
Pithecellobium incuriale	Angelim-rajado	Leguminosae	74	120	216	3	41	0,1320	1,5770
Caryocar glabrum	Pequiarana	Caryocaraceae	75	121	369	3	101	0,8012	12,1860
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	76	122	26	4	30	0,0707	0,9890
Goupia glabra	Cupiuba	Celastraceae	77	123	31	5	82	0,5281	6,0990
Osteophloeum platyspermum	Arura-branco	Myristicaceae	78	124	190	4	76	0,4536	5,3360
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	79	131	58	3	36	0,1018	1,3990
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	80	132	255	4	38	0,1134	1,5500
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	81	137	217	4	60	0,2827	3,6880
Enterolobium schomburgkii	Sucupira-amarela	Leguminosae	82	138	196	4	66	0,3421	4,9720
Iryanthera paraensis	Arura-vermelho	Myristicaceae	83	140	59	5	98	0,7543	10,6880
Brosimum parinarioides	Amapa	Moraceae	84	142	256	6	42	0,1385	2,0360
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	85	144	299	4	38	0,1134	0,9090

Nome científico	Nome comum	Família	CP	NM	NP	E	DAP	G	V
Goupia glabra	Cupiuba	Celastraceae	86	145	218	5	60	0,2827	3,3690
Mezilaurus itauba	Louro-itauba	Lauraceae	87	146	27	5	65	0,3318	4,6030
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	88	148	191	4	41	0,1320	1,7890
Licaria aritu	Louro-aritu	Lauraceae	89	150	28	3	50	0,1964	2,2330
Andira parviflora	Sucupira-vermelha	Leguminosae	90	151	257	5	50	0,1964	2,8720
Ocotea neesiana	Louro-preto	Lauraceae	91	152	368	4	56	0,2463	2,9130
Aspidosperma desmanthum	Pequia-marfim	Apocynaceae	92	153	305	5	41	0,1320	1,8670
Goupia glabra	Cupiuba	Celastraceae	93	155	147	5	65	0,3318	3,9220
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	94	157	195	4	35	0,0962	1,3260
Ocotea neesiana	Louro-preto	Lauraceae	95	158	339	3	80	0,5027	5,7370
Goupia glabra	Cupiuba	Celastraceae	96	159	192	3	63	0,3117	3,6960
Iryanthera paraensis	Arura-vermelho	Myristicaceae	97	160	367	4	101	0,8012	11,3180
Brosimum parinarioides	Amapa	Moraceae	98	161	300	4	58	0,2642	3,7600
Pithecellobium incuriale	Angelim-rajado	Leguminosae	99	164	148	4	47	0,1735	2,0440
Mezilaurus itauba	Louro-itauba	Lauraceae	100	165	304	5	60	0,2827	3,9530
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	101	166	146	3	38	0,1134	1,5490
Clarisia racemosa	Guariuba	Moraceae	102	167	142	4	49	0,1886	2,7850
Lecythis pisonis	Castanharana	Lecythidaceae	103	170	60	7	60	0,2827	3,9490

Nome científico	Nome comum	Família	CP	NM	NP	E	DAP	G	V
Virola duckei	Ucuuba	Myristicaceae	104	172	103	6	41	0,1320	1,8890
Anacardium parvifolium	Caju	Anacardiaceae	105	177	361	4	81	0,5153	6,9840
Virola duckei	Ucuuba	Myristicaceae	106	178	242	4	48	0,1810	2,5480
Licaria aritu	Louro-aritu	Lauraceae	107	179	219	3	57	0,2552	2,8650
Andira parviflora	Sucupira-vermelha	Leguminosae	108	181	321	4	47	0,1735	2,5540
Mezilaurus itauba	Louro-itauba	Lauraceae	109	182	362	4	56	0,2463	3,4680
Caryocar glabrum	Pequiarana	Caryocaraceae	110	186	366	5	100	0,7854	11,9580
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	111	188	259	4	25	0,0491	0,7000
Brosimum parinarioides	Amapa	Moraceae	112	190	147	4	82	0,5281	7,2600
Lecythis davisii	Castanha-sapucaia	Lecythidaceae	113	191	91	4	69	0,3739	5,2160
Caryocar villosum	Pequia	Caryocaraceae	114	192	66	4	95	0,7088	9,9570
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	115	194	167	4	22	0,0380	0,3220
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	116	195	312	3	27	0,0573	0,4750
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	117	196	24	3	30	0,0707	0,9880
Ocotea neesiana	Louro-preto	Lauraceae	118	197	107	3	50	0,1964	2,3490
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	119	204	70	4	36	0,1018	0,8200
Clarisia racemosa	Guariuba	Moraceae	120	214	353	3	99	0,7698	10,5950
Iryanthera paraensis	Arura-vermelho	Myristicaceae	121	219	168	3	63	0,3117	4,6160

Nome científico	Nome comum	Família	CP	NM	NP	E	DAP	G	V
Scleronema micranthum	Cedrinho	Bombacaceae	122	222	67	4	51	0,2043	2,7440
Ocotea neesiana	Louro-preto	Lauraceae	123	223	140	3	70	0,3848	4,4510
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	124	224	193	4	25	0,0491	0,7000
Vatairea paraensis	Fava-amargosa	Leguminosae	125	225	376	3	63	0,3117	4,6240
Goupia glabra	Cupiuba	Celastraceae	126	226	311	3	45	0,1590	1,9500
Scleronema micranthum	Cedrinho	Bombacaceae	127	227	308	3	54	0,2290	3,0590
Brosimum parinarioides	Amapa	Moraceae	128	230	266	4	159	1,9856	25,5460
Scleronema micranthum	Cedrinho	Bombacaceae	129	232	76	4	42	0,1385	1,8970
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	130	233	106	3	33	0,0855	0,6950
Piptadenia suaveolens	Timborana	Leguminosae	131	234	168	3	71	0,3959	5,1190
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	132	236	194	3	38	0,1134	1,5490
Lecythis poiteaui	Jarana	Lecythidaceae	133	241	18	4	46	0,1662	2,4620
Licaria aritu	Louro-aritu	Lauraceae	134	243	135	3	57	0,2552	2,8650
Ocotea neesiana	Louro-preto	Lauraceae	135	244	267	4	70	0,3848	4,4510
Dipteryx odorata	Cumaru	Leguminosae	136	245	144	3	98	0,7543	9,3590
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	137	246	310	3	29	0,0661	0,5440
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	138	247	34	3	27	0,0573	0,4750
Brosimum parinarioides	Amapa	Moraceae	139	249	309	3	79	0,4902	6,7630

Nome científico	Nome comum	Família	CP	NM	NP	E	DAP	G	V
Ocotea neesiana	Louro-preto	Lauraceae	140	250	60	3	48	0,1810	2,1740
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	141	251	144	3	19	0,0284	0,2430
Aniba canelilla	Preciosa	Lauraceae	142	252	169	3	40	0,1257	1,8280
Scleronema micranthum	Cedrinho	Bombacaceae	143	253	309	3	70	0,3848	5,0080
Licaria aritu	Louro-aritu	Lauraceae	144	254	377	3	57	0,2552	2,8650
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	145	255	221	4	35	0,0962	1,3250
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	146	256	310	4	17	0,0227	0,1970
Ocotea neesiana	Louro-preto	Lauraceae	147	257	303	3	55	0,2376	2,8150
Osteophloeum platyspermum	Arura-branco	Myristicaceae	148	260	136	5	66	0,3421	4,0810
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	149	008	33	3	15	0,0177	0,1550
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	150	009	19	4	45	0,1590	1,2530
Lecythis poiteaui	Jarana	Lecythidaceae	151	C11	268	7	47	0,1735	2,5650
Caryocar glabrum	Pequiarana	Caryocaraceae	152	168	105	5	50	0,1964	3,2040
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	153	155	128	6	31	0,0755	0,6170
Brosimum parinarioides	Amapa	Moraceae	154	158	308	5	69	0,3739	5,2300
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	155	163	378	5	30	0,0707	0,9890
Cariniana micrantha	Tauari-vermelho	Lecythidaceae	156	165	347	3	140	1,5394	28,5570
Ocotea rubra	Louro-gamela	Lauraceae	157	167	20	5	49	0,1886	2,8830

Nome científico	Nome comum	Família	CP	NM	NP	E	DAP	G	V
Brosimum parinarioides	Amapa	Moraceae	158	353	22	4	42	0,1385	2,0360
Ocotea neesiana	Louro-preto	Lauraceae	159	354	222	6	65	0,3318	3,8670
Hevea guianensis	Seringa-da-terra-firme	Euphobiaceae	160	355	143	5	50	0,1964	2,7930
Hevea guianensis	Seringa-da-terra-firme	Euphobiaceae	161	356	75	5	53	0,2206	3,1200
Pithecellobium incuriale	Angelim-rajado	Leguminosae	162	357	174	5	47	0,1735	2,0440
Lecythis poiteaui	Jarana	Lecythidaceae	163	358	318	4	45	0,1590	2,3620
Licaria aritu	Louro-aritu	Lauraceae	164	359	348	5	44	0,1521	1,7520
Pithecellobium incuriale	Angelim-rajado	Leguminosae	165	360	137	3	42	0,1385	1,6510
Mezilaurus itauba	Louro-itauba	Lauraceae	166	361	307	3	49	0,1886	2,6910
Iryanthera paraensis	Arura-vermelho	Myristicaceae	167	362	69	3	57	0,2552	3,8170
Ocotea neesiana	Louro-preto	Lauraceae	168	363	223	3	55	0,2376	2,8150
Scleronema micranthum	Cedrinho	Bombacaceae	169	364	170	3	41	0,1320	1,8120
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	170	365	127	4	38	0,1134	1,5490
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	171	366	32	3	30	0,0707	0,9880
Pithecellobium incuriale	Angelim-rajado	Leguminosae	172	368	118	4	44	0,1521	1,8030
Dinizia excelsa	Angelim-vermelho	Leguminosae	173	369	224	4	120	1,1310	20,8210
Caryocar glabrum	Pequiarana	Caryocaraceae	174	370	300	3	62	0,3019	4,8220
Buchenavia viridiflora	Tanibuca	Combretaceae	175	371	69	3	79	0,4902	7,0620

Nome científico	Nome comum	Família	CP	NM	NP	E	DAP	G	V
Scleronema micranthum	Cedrinho	Bombacaceae	176	372	126	3	47	0,1735	2,3490
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	177	373	31	4	28	0,0616	0,8670
Vatairea paraensis	Fava-amargosa	Leguminosae	178	374	141	3	41	0,1320	2,0440
Qualea paraensis	Mandioqueira	Vochysiaceae	179	376	306	3	46	0,1662	2,5700
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	180	378	173	3	28	0,0616	0,5090
Mezilaurus itauba	Louro-itauba	Lauraceae	181	379	23	3	95	0,7088	9,4660
Caryocar villosum	Pequia	Caryocaraceae	182	380	125	3	98	0,7543	10,5630
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	183	381	379	3	41	0,1320	1,7890
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	184	382	225	3	42	0,1385	1,0990
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	185	383	274	3	25	0,0491	0,7000
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	186	384	30	3	15	0,0177	0,1550
Brosimum parinarioides	Amapa	Moraceae	187	385	124	4	54	0,2290	3,2830
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	188	386	195	4	39	0,1195	1,6290
Ocotea neesiana	Louro-preto	Lauraceae	189	387	21	4	42	0,1385	1,6860
Hymenolobium modestum	Angelim-pedra	Leguminosae	190	388	23	4	51	0,2043	3,0480
Licaria aritu	Louro-aritu	Lauraceae	191	389	138	4	44	0,1521	1,7520
Clarisia racemosa	Guariuba	Moraceae	192	390	119	4	47	0,1735	2,5730
Protium paniculatum	Breu-branco	Burseraceae	193	391	70	4	51	0,2043	2,9280

Nome científico	Nome comum	Família	CP	NM	NP	E	DAP	G	V
Qualea paraensis	Mandioqueira	Vochysiaceae	194	392	142	4	76	0,4536	6,6720
Caryocar glabrum	Pequiarana	Caryocaraceae	195	393	380	4	95	0,7088	10,8470
Lecythis poiteaui	Jarana	Lecythidaceae	196	396	317	5	42	0,1385	2,0720
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	197	401	226	4	27	0,0573	0,8100
Goupia glabra	Cupiuba	Celastraceae	198	405	198	4	47	0,1735	2,1180
Osteophloeum platyspermum	Arura-branco	Myristicaceae	199	406	235	4	58	0,2642	3,1930
Dialium guianense	Jutai-pororoca	Leguminosae	200	409	316	3	50	0,1964	3,4650
Ocotea neesiana	Louro-preto	Lauraceae	201	410	71	3	52	0,2124	2,5310
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	202	415	61	3	26	0,0531	0,7540
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	203	416	24	3	33	0,0855	0,6950
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	204	417	269	4	25	0,0491	0,7000
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	205	418	273	5	47	0,1735	2,3190
Caryocar glabrum	Pequiarana	Caryocaraceae	206	419	143	5	111	0,9677	14,5800
Ocotea neesiana	Louro-preto	Lauraceae	207	420	120	5	54	0,2290	2,7190
Buchenavia viridiflora	Tanibuca	Combretaceae	208	421	68	5	79	0,4902	7,0620
Hymenolobium modestum	Angelim-pedra	Leguminosae	209	422	101	5	47	0,1735	2,6100
Virola duckei	Ucuuba	Myristicaceae	210	423	123	4	47	0,1735	2,4480
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	211	424	67	4	47	0,1735	2,3190

Nome científico	Nome comum	Família	CP	NM	NP	E	DAP	G	V
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	212	425	122	4	41	0,1320	1,7890
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	213	426	234	3	39	0,1195	1,6270
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	214	429	142	3	27	0,0573	0,4750
Scleronema micranthum	Cedrinho	Bombacaceae	215	431	381	3	40	0,1257	1,7290
Anacardium parvifolium	Caju	Anacardiaceae	216	432	172	3	71	0,3959	5,4370
Lecythis poiteaui	Jarana	Lecythidaceae	217	434	62	3	51	0,2043	2,9960
Iryanthera paraensis	Arura-vermelho	Myristicaceae	218	435	311	3	50	0,1964	2,9760
Hymenolobium modestum	Angelim-pedra	Leguminosae	219	442	270	3	55	0,2376	3,5180
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	220	443	29	3	22	0,0380	0,5490
Astronium lecointei	Muiracatiara	Anacardiaceae	221	444	315	3	42	0,1385	2,3100
Vatairea paraensis	Fava-amargosa	Leguminosae	222	445	233	3	58	0,2642	3,9510
Eschweilera coriacea	Matamata-preto	Lecythidaceae	223	446	271	3	25	0,0491	0,7000
Anacardium parvifolium	Caju	Anacardiaceae	224	447	141	3	49	0,1886	2,6880
Dinizia excelsa	Angelim-vermelho	Leguminosae	225	452	121	3	130	1,3273	24,2410
Iryanthera paraensis	Arura-vermelho	Myristicaceae	226	453	314	3	49	0,1886	2,8640
Licaria aritu	Louro-aritu	Lauraceae	227	454	227	3	46	0,1662	1,9060
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	228	457	102	3	33	0,0855	1,1850
Osteophloeum platyspermum	Arura-branco	Myristicaceae	229	460	72	3	66	0,3421	4,0810

Nome científico	Nome comum	Família	CP	NM	NP	E	DAP	G	V
Ocotea rubra	Louro-gamela	Lauraceae	230	461	171	3	89	0,6221	8,9610
Goupia glabra	Cupiuba	Celastraceae	231	462	349	3	73	0,4185	4,8900
Clarisia racemosa	Guariuba	Moraceae	232	463	304	3	55	0,2376	3,4680
Osteophloeum platyspermum	Arura-branco	Myristicaceae	233	466	28	3	47	0,1735	2,1410
Iryanthera paraensis	Arura-vermelho	Myristicaceae	234	467	232	3	74	0,4301	6,2680
Caryocar glabrum	Pequiarana	Caryocaraceae	235	468	228	4	41	0,1320	2,1980
Ocotea neesiana	Louro-preto	Lauraceae	236	477	350	4	65	0,3318	3,8670
Ocotea neesiana	Louro-preto	Lauraceae	237	478	305	4	49	0,1886	2,2600
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	238	479	25	3	38	0,1134	0,9090
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	239	480	103	3	33	0,0855	1,1850
Anacardium parvifolium	Caju	Anacardiaceae	240	481	231	4	85	0,5675	7,6540
Vatairea paraensis	Fava-amargosa	Leguminosae	241	482	63	3	85	0,5675	8,1680
Scleronema micranthum	Cedrinho	Bombacaceae	242	483	196	4	50	0,1964	2,6430
Hymenolobium modestum	Angelim-pedra	Leguminosae	243	484	22	4	73	0,4185	6,0250
Scleronema micranthum	Cedrinho	Bombacaceae	244	485	351	3	58	0,2642	3,5030
Buchenavia viridiflora	Tanibuca	Combretaceae	245	486	27	4	63	0,3117	4,5940
Scleronema micranthum	Cedrinho	Bombacaceae	246	487	139	3	52	0,2124	2,8470
Mezilaurus itauba	Louro-itauba	Lauraceae	247	488	229	3	54	0,2290	3,2360

Nome científico	Nome comum	Família	CP	NM	NP	E	DAP	G	V
Mezilaurus itauba	Louro-itauba	Lauraceae	248	489	104	4	52	0,2124	3,0120
Aniba canelilla	Preciosa	Lauraceae	249	490	197	3	50	0,1964	2,7930
Caryocar glabrum	Pequiarana	Caryocaraceae	250	491	64	3	73	0,4185	6,5760
Ocotea rubra	Louro-gamela	Lauraceae	251	492	74	3	73	0,4185	6,1500
Ocotea neesiana	Louro-preto	Lauraceae	252	493	140	3	71	0,3959	4,5730
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	253	494	26	3	18	0,0254	0,2200
Ocotea rubra	Louro-gamela	Lauraceae	254	495	73	3	99	0,7698	10,9710
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	255	496	312	3	28	0,0616	0,8670
Hevea guianensis	Seringa-da-terra-firme	Euphobiaceae	256	497	272	4	66	0,3421	4,7330
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	257	498	65	3	30	0,0707	0,5800
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	258	499	230	4	28	0,0616	0,8670
Minquartia guianensis	Acariquara	Olacaceae	259	500	313	4	15	0,0177	0,1550
Astronium lecointei	Muiracatiara	Anacardiaceae	260	501	352	3	59	0,2734	4,4060
Chrysophyllum prieurii	Abiurana	Sapotaceae	261	502	66	3	25	0,0491	0,6990