

Capítulo 6 – Levantamento das Árvores com Coordenadas Apropriadas com GPS de Alta Sensibilidade

Evandro Orfanó Figueiredo
Renato Mesquita da Cunha

A partir da publicação da Instrução Normativa nº 4, de 4 de março de 2002, pelo Ibama, o inventário florestal 100% com o mapeamento de todas as árvores com um diâmetro predeterminado em uma área estabelecida se tornou obrigatório para aprovação dos Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) em florestas tropicais. A obrigatoriedade desse procedimento se mantém em vigor na Instrução Normativa nº 5, de 11 de dezembro de 2006 (IBAMA,2006).

O método com inventário 100% (convencional X e Y), empregado para localizar as árvores nas áreas, é realizado com uso de trena, seguindo-se o rastro da trilha ou picada para a determinação do eixo Y. Para obter o eixo X, mensura-se a distância da árvore até a picada (eixo Y). A quantidade de falhas desse sistema torna o método oneroso, impreciso e de baixo rendimento.

O uso do GPS, no levantamento de árvores para o manejo florestal, permite a junção de duas poderosas ferramentas de planejamento: o Sistema de Informações Geográficas (GIS) e o GPS. O emprego destas duas ferramentas no planejamento florestal, a partir do inventário censitário do plano de manejo, permitirá múltiplas aplicações de análise (VEIGA, 1984; SOARES et al., 2006) e um significativo incremento na qualidade do planejamento florestal.

Em um sistema de informações geográficas, é perfeitamente possível o posicionamento preciso dos dados espaciais, permitindo ao engenheiro relacionar diversos fatores de interesse envolvidos na produção florestal (RIBEIRO, 2002).

Larson e Evans (2003) relatam que, nos Estados Unidos, vários sistemas de inventário florestal para as condições de florestas

plantadas têm usado o GPS para a localização das árvores, e ainda, utilizam a base de dados para interpolações, visando cobrir áreas não estudadas.

O Modeflora segue o mesmo caminho do planejamento florestal em florestas plantadas com o emprego do SIG e do GPS (LARSON; EVANS, 2003; ADAMS et al., 2003), porém, a base do modelo é a localização precisa da árvore. A partir de então é possível realizar diversas funções de análise, classificações de dados, modelagens dentre outras, as quais podem ser focadas para enriquecer as informações do manejo e, principalmente, para solucionar problemas de uma adequada intervenção florestal.

A apropriação das coordenadas pela projeção cartográfica cilíndrica UTM substituirá as falsas coordenadas X e Y e a posição direita e esquerda da linha.

Com o emprego da coordenada apropriada, a equipe de campo dispõe do mapa da área do manejo (com curvas de nível, picadas, igarapés, rios, etc.) na forma digital e rastreada por satélite (mapa dinâmico).

Apesar das facilidades operacionais do georreferenciamento de árvores, ainda haverá necessidade de abertura de picadas de acesso visando facilitar a localização das árvores, principalmente, em tipologias florestais com sub-bosque denso, conforme os métodos tradicionais do inventário (FREITAS et al., 2005; AMARAL et al., 1998). Porém, o balizamento da picada com marcação das distâncias já é um procedimento superado, visto que todos os trabalhos a partir de então terão o auxílio do GPS e dos mapas dinâmicos.

Numa floresta densa com o sub-bosque aberto, existirão situações em que até mesmo a picada será dispensável, podendo haver diferentes formas de subdivisões da área para facilitar e sistematizar a coleta de dados no inventário 100%.

Tecnologia da Antena de GPS com o Chip Sirf Star III

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 aos receptores com recepção da portadora L1 e L2.

A antena de alta sensibilidade dos receptores GPS é equipada com um “ship” de alto desempenho e recebe sinais de baixa frequência (menores que 159 dBm) (SIRF, 2007). Isso permite a navegação em tempo real em ambientes adversos, por meio 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 mil correlações dos sinais recebidos, melhorando significativamente os resultados obtidos atualmente com os receptores GPS tradicionais (BENDLIN, 2007).

Fontes de Erros na Coleta de Dados com GPS

Em decorrência dos problemas de degradação do sinal código C/A (feitos atmosféricos, bloqueios da vegetação, etc.), 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 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 (Fig. 1a) 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). Se um receptor GPS estiver localizado sob uma constelação de 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 é insatisfatória.

Se a mesma constelação de satélites estiver com os satélites distribuídos em locais diferentes no céu, a precisão eleva significativamente. Portanto, a geometria seria adequada, pois as leituras de sinais provêm de várias direções, com isso a área comum de intersecção é menor e a precisão elevada.

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) (Fig. 1b).



Fig. 1. a) Posicionamento horizontal do GPS (coordenada apropriada com distorção); b) posicionamento vertical do GPS (coordenada apropriada com melhor triangulação de satélites).

Na metodologia de falsas coordenadas (X, Y) muitas vezes o técnico responsável pela anotação das informações de campo comete equívocos da seqüência do número de árvores (placas de identificação) ou nos valores das coordenadas. Estes erros no sistema de falsas coordenadas podem ser cometidos sistematicamente, porém, somente são descobertos no momento da vistoria técnica do licenciamento ou durante a exploração florestal. No Modelo Digital de Exploração Florestal, a possibilidade de erros de localização está vinculada à precisão da constelação de satélites GPS, reduzindo a possibilidade de equívocos cometidos pelo técnico de inventário.

A coleta de dados também pode ser otimizada com receptor GPS associado a um palmtop resistente a chuvas e impactos, porém, seu valor de mercado ainda é restritivo (cerca de US\$ 7.500). A grande vantagem desses modelos é a praticidade no procedimento de coleta de dados, possibilitando que a informação de campo passe diretamente para o GIS ou para os softwares estatísticos.

Também é possível, ao adotar o palmtop com GPS, usar imagens de alta resolução como fundo de tela no GPS e com isso ver diretamente a copa da árvore que está sendo mapeada naquele momento. Este procedimento oferece outra vantagem que é visualizar em campo as copas das árvores dominantes e co-dominantes que ainda não foram localizadas pela equipe de inventário, assim, todas as árvores de grande porte serão identificadas pela equipe de campo.

Para os profissionais que optarem apenas pelo uso do GPS de alta sensibilidade, a caderneta de campo deverá ter preferencialmente as seguintes colunas: linha ou picada do inventário, placa de identificação da árvore, código da espécie vinculada a um banco de dados (se for o caso), nome popular da espécie, circunferência a altura do peito (CAP), altura comercial (H), qualidade do fuste (QF), ponto do GPS (referência ao número registrado no GPS) e observações (utilizadas para coleta de informações do detalhamento do microzoneamento).

O sistema de coordenadas apropriadas com GPS é um procedimento que não tolera erros de campo, visto que, se a equipe errar no registro de uma única árvore e a ação não for descoberta

no momento do equívoco todas as árvores estarão com sua identificação comprometida a partir daquele registro. O que na maioria das vezes, ocasiona nova tomada das coordenadas de todas as árvores do inventário.

Os erros de campo mais freqüentes são:

- Marcar duas coordenadas para uma mesma árvore. Isso resulta em mais pontos no GPS que as informações registradas na caderneta de campo.
- Marcar acidentalmente uma coordenada para um local onde não existe uma árvore de interesse e registrar a informação para outra árvore do inventário. Isso resulta em mais pontos no GPS que as informações registradas na caderneta de campo.
- Marcar a coordenada da árvore, anotar as informações na caderneta e não colocar a placa de identificação. Isso resulta em incompatibilidade de placas, coordenadas e espécies florestais a partir daquele ponto.
- Anotar as informações da árvore de interesse, colocar a plaqueta de identificação e não registrar a coordenada no GPS. Este equívoco resulta em menos coordenadas no receptor GPS que as informações anotadas na caderneta de campo.
- Abertura de picadas tortuosas. O registro de pontos das árvores mostrará claramente a sinuosidade da picada aberta de forma incorreta, o que gera um mapa com um padrão estético ruim, além disso, a sinuosidade das picadas amplia as distâncias entre estas, impedindo assim uma adequada identificação das árvores em campo, gerando regiões sem a cobertura do inventário. Este erro passava despercebido no sistema de falsas coordenadas (X e Y), principalmente em regiões de relevo ondulado e/ou intensa rede de drenagem.
- Utilização de dois receptores no mesmo inventário que registram o mesmo nome do ponto para árvores diferentes. Isso pode causar incompatibilidade de todo o sistema de controle de identificação das árvores quando esse detalhe não é considerado pela equipe de campo.
- Mudança da configuração do datum durante o levantamento. A alteração do datum faz com que haja para uma mesma base

de dados dois sistemas de referência, impossibilitando uma adequada execução do planejamento florestal.

Estes erros são facilmente evitados quando se investe no treinamento da equipe de campo.

GPS como Instrumento de Apoio ao Inventário Censitário

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.

Configuração do GPS

O receptor GPS deve ser configurado para a projeção cartográfica Universal Transversa Mercator (UTM) e no sistema de referência South American 1969 (médio) (Fig. 2) (Anexo I).



Fig. 2. Tela do menu do GPSmap 76CSx, em que se observam os passos para configurar a projeção cartográfica, datum e distâncias.

Antes de começar os trabalhos de campo, o receptor deve ter o sistema track desligado e bloqueado e, posteriormente, reinicializado com o rastreamento da rede de satélites GPS, com o tempo de rastreamento não inferior a 15 minutos. Esta “partida a frio” é importante para evitar erros de alocação dos primeiros pontos. A partir de então, o receptor não deverá ser desligado até a conclusão do turno de trabalho.

Em situações que ocorre elevação da estimativa de erro da posição a ser observada (árvore) ou bloqueio temporário da constelação de satélites, o operador do receptor retira a média de posição de 20 ou 30 pontos (pelo módulo simultâneo) (Fig. 3).

Se o erro de posição continuar elevado, deve-se fazer a apropriação de um novo ponto com média de posição de pelo menos 90 pontos. Este problema ocorre em relevo fortemente acidentado e em fundos de vale. Com isso, deve-se anotar, à margem da caderneta de campo, a situação de bloqueio parcial de sinais de satélites e a condição geomorfológica do local (encosta, fundo de vale, etc.).



Fig. 3. Telas do GPSmap 76CSx demonstrando a seqüência para obtenção da coordenada média da árvore inventariada.

Composição, Função e Hierarquia da Equipe de Campo

Para implantação do inventário florestal censitário pelo Modeflora a equipe de campo deverá ser constituída, preferencialmente, conforme Tabela 1. Várias outras composições podem ser formadas de acordo com o tamanho e localização da unidade de produção florestal a ser inventariada.

Tabela 1. Dimensionamento da equipe de campo para instalação do inventário censitário pelo Modeflora.

Composição	Função
Duas subequipes de abertura de picadas	
Dois operários florestais	Confecções de placas de alumínio Delimitação física da UPA Balizamento Abertura de picadas
Uma subequipe de identificação botânica	
Um operário florestal de nível médio	Coordenação geral de campo 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 Conferência da caderneta de campo Alocação das parcelas permanentes Apontamentos na caderneta de campo Apontamentos do microzoneamento
Um identificador botânico principal	Localização das árvores Identificação botânica das espécies Mensuração das árvores DAP e altura comercial com emprego de telêmetro* Apropriação da coordenada geográfica das árvores inventariadas
Um identificador botânico auxiliar	Localização das árvores Corte de cipós Identificação botânica das espécies Mensuração das árvores DAP e altura comercial com telêmetro*
Uma subequipe de gestão de acampamento	
Um auxiliar de acampamento	Limpeza do ambiente do acampamento Acondicionamento do lixo doméstico Preparo das refeições

*Telêmetro é um equipamento eletrônico a laser que realiza mensurações de distância entre pontos (horizontal ou vertical), a exemplo de altura de árvores, para uma faixa de distância entre 5 e 1.500 metros e com precisão de $\pm 0,91$ metro.

Eficácia do Receptor de Alta Sensibilidade

Apesar de não ser possível mensurar os erros de alocação de cada árvore sem a leitura da portadora, por meio do pós-processamento, é possível ter uma noção do erro do levantamento florestal, pela navegação em tempo real e interligado na internet (GOOGLE, 2007).

Para se avaliar a eficácia do sistema foi ligado o GPS de alta sensibilidade, num escritório (construção em alvenaria). Após a partida a frio do equipamento, foi conectado o módulo navegação do GPS em tempo real em software específico (GPS, 2007) e acessado o site Google Earth e, posteriormente, solicitada a aproximação (Fig. 4). Apesar de todas as barreiras impostas pelo teste, na Fig. 4f é demonstrado um erro estimado de 3 metros, enquanto o erro local do equipamento indicava ± 5 metros.

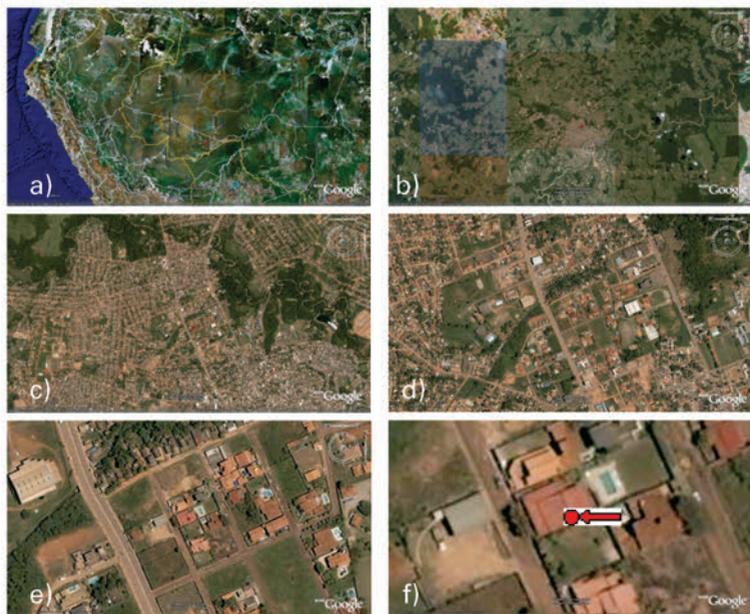


Fig. 4. a) Imagem de aproximação da Amazônia Brasileira e do Estado do Acre; b) imagem de aproximação do Município de Rio Branco, Estado do Acre; c) imagem de aproximação da cidade de Rio Branco; d) imagem de aproximação do bairro Vila Ivonete; e) imagem de aproximação do Conjunto Village Maciel; e, f) imagem de aproximação do escritório.

Estudos Comparativos entre o Inventário X e Y e Diferentes Formas de Apropriação da Coordenada pelo Modelflora

Estudo realizado pela Embrapa Acre em parceria com a Universidade Federal do Acre (Ufac), numa área de floresta tropical nativa, no Município de Rio Branco, Acre, Brasil, demonstrou a baixa precisão do inventário florestal com coordenadas X e Y, e ainda, a necessidade de cuidados na apropriação da coordenada verdadeira com GPS de alta sensibilidade.

A área de estudo foi uma unidade de produção anual de um plano de manejo florestal, ainda na fase de planejamento. Foi aleatorizada na área de produção florestal, uma unidade experimental de 200 x 300 metros (6 hectares). As picadas do inventário foram as mesmas abertas pela equipe responsável pelo inventário da referida área, as quais foram transportadas para o GPS.

No procedimento de localização das árvores, foram utilizados cinco diferentes métodos, que constituíram nos tratamentos do experimento, que foram comparados com a localização de referência denominada de LR (Testemunha). Nos 6 hectares foram inventariadas 46 árvores de espécies comerciais com diâmetro a altura do peito (DAP) acima de 30 cm, em que consistem nas repetições para os tratamentos, configurando num delineamento inteiramente casualizado (GOMES, 1982; AYRES et al., 2000).

Para identificação das árvores, foram utilizadas as mesmas placas de alumínio adotadas pelo inventário original do PMFS, sem que houvesse preocupação na identificação botânica da espécie florestal.

A localização de referência (LR) foi o posicionamento das árvores, utilizando a apropriação da coordenada com GPS de alta sensibilidade, na posição vertical, com o operador do receptor de costa para árvore e executando a média automática de 30 pontos. Este procedimento foi escolhido como referência (testemunha) para comparação dos demais procedimentos, visto que esta prática

de apropriação de coordenadas com GPS apresenta resultados próximos (2 a 5 metros) quando comparados com o GPS com a portadora L1.

O primeiro tratamento (T1) foi a localização das árvores, utilizando a apropriação da coordenada com GPS de alta sensibilidade, na posição vertical, com o operador do receptor de costa para árvore.

O segundo tratamento (T2) constituiu na localização das árvores, utilizando o GPS de alta sensibilidade, na posição horizontal, com o operador voltado de frente para a árvore.

O terceiro tratamento (T3) foi a localização das árvores, com GPS de alta sensibilidade, feito originalmente pela equipe responsável pelo inventário do PMFS, cujas posições do receptor e do operador oscilaram entre vertical/horizontal e de costa/de frente para árvore, respectivamente.

O quarto tratamento (T4) foi a localização feita da forma convencionalmente utilizada, ou seja, estimativas das falsas coordenadas X e Y, juntamente com a observação do lado direito ou esquerdo da picada. Esta estimativa foi realizada por um técnico florestal de nível médio com mais de 10 anos de experiência em levantamentos florestais.

No quinto e último tratamento (T5) foram adotados os mesmos procedimentos do (T4), diferenciando somente na forma de estimar o eixo X (distância da picada até a árvore), o qual foi realizado por telêmetro Bushnell Elite 1500.

Após a coleta de dados, as coordenadas apropriadas com GPS de alta sensibilidade, correspondente a cada tratamento, foram descarregadas com auxílio do software TrackMaker 4.0, na projeção UTM e datum SAD69 (média GPS). Nos tratamentos que adotaram a localização da árvore por coordenadas X e Y, os dados foram anotados em caderneta de campo e, posteriormente, no escritório, plotados seqüencialmente, conforme mapeamento tradicional (em papel ou CAD).

Para avaliar a precisão do mapeamento referente a cada tratamento, foram criados arquivos shapes individuais de cada ponto (localização da árvore) e buffers (área do entorno) dos pontos de 15 metros de raio, valor este semelhante à precisão dos receptores, conforme Garmin (2007).

Em seguida, foi obtida individualmente de cada árvore, a área de intersecção do buffer tratamento T1 (considerado como referência) com os demais tratamentos. Assim, quanto maior a área de intersecção do buffer de determinado tratamento, com o tratamento referência L.R., melhor será a forma de localizar as árvores do inventário. Os dados foram submetidos à análise de variância (Tabela 2) e as médias a testes de contrastes de Tukey para a significância estatística de 5% e 1% (Tabela 3).

Tabela 2. Análise de variância dos tratamentos de localização das árvores por diferentes procedimentos, Rio Branco, Acre, Brasil, 2007.

Causa da variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	4	4288337,6354	1072084,4088	36,9491*
Resíduo	225	6528418,5755	29015,19367	
Total	229	10816756,2109		

*Significativo a 1%.

Tabela 3. Teste de Tukey para os contrastes das médias dos tratamentos de localização das árvores por diferentes procedimentos, Rio Branco, Acre, Brasil, 2007.

Tratamentos	Média dos tratamentos	Δ para o Teste de Tukey	
T1	568,0088	$\Delta(5\%)$	96,94404253
T2	522,3016	$\Delta(1\%)$	115,5291699
T3	513,6906		
T4	259,8911		
T5	257,1256		

Contrastes		$\Delta(5\%)$	$\Delta(1\%)$
$\hat{Y}_1=T1-T2$	45,7072	ns	ns
$\hat{Y}_2=T1-T3$	54,3182	ns	ns
$\hat{Y}_3=T1-T4$	308,1177	*	**
$\hat{Y}_4=T1-T5$	310,8832	*	**
$\hat{Y}_5=T2-T3$	8,6110	ns	ns
$\hat{Y}_6=T2-T4$	262,4105	*	**
$\hat{Y}_7=T2-T5$	265,1760	*	**
$\hat{Y}_8=T3-T4$	253,7995	*	**
$\hat{Y}_9=T3-T5$	256,5650	*	**
$\hat{Y}_{10}=T4-T5$	2,7655	ns	ns

Apesar do rigor do Teste Tukey, a análise demonstrou haver dois grupos distintos de localização das árvores. O primeiro grupo é o que apresenta melhor precisão das informações levantadas quando comparado com a localização de referência (LR), sendo formado pelos tratamentos de localização T1, T2 e T3, o que demonstra a consistência e precisão da técnica de geolocalização das árvores com GPS de alta sensibilidade. O segundo grupo apresenta grande distorção de localização das árvores, quando comparado com a referência. Este grupo é formado pelo procedimento de localização com falsas coordenadas X e Y (tratamentos T4 e T5). A distorção das informações foi tamanha que sete árvores localizadas pelo T4 e nove árvores localizadas pelo T5 se quer tiveram área de intersecção com a localização de referência. Isso representa um erro superior a 25 metros.

Quando as diferenças das coordenadas UTM dos tratamentos de localização são comparadas com a localização de referência, os resultados de erros mínimos, médios e máximos de localização fortalecem a estabilidade do sistema de georreferenciamento de árvores com GPS de alta sensibilidade e evidencia a imprecisão do sistema tradicional localização X e Y, conforme Tabela 4.

Tabela 4. Erros mínimos, médios, máximos e desvio padrão de localização das árvores pelos diversos tratamentos, Rio Branco, Acre, Brasil, 2007.

Tratamentos de localização das árvores	Erro mínimo (m)	Erro médio (m)	Erro máximo (m)	Desvio padrão (m)
T1 – GPS na posição vertical	0,04	2,22	9,01	±1,95
T2 – GPS na posição horizontal	0,02	3,58	13,79	±2,92
T3 – GPS em distintas posições	0,02	3,65	13,85	±2,92
T4 – Convencional X e Y	0,84	12,01	43,01	±7,64
T5 – X e Y com telêmetro	0,27	11,93	41,51	±7,63

A maior preocupação quando se opta pelo método tradicional é a dificuldade de localizar as árvores nas atividades exploratórias e pós-exploratórias. As equipes de corte de árvores não têm segurança na localização das árvores, portanto, as abordagens de localização são realizadas em praticamente todas as árvores do inventário, o que retarda e compromete a operação. Isso é evidenciado pelos

altos valores de erros dos tratamentos T4 e T5, o que exige que as equipes de exploração retornem em praticamente todas as árvores.

Outro aspecto importante, observado na análise dos dados, é o melhor resultado do método de coleta com o GPS na posição vertical, evidenciado num erro médio de localização de apenas 2,22 metros, demonstrando assim ser a melhor maneira de georreferenciar as árvores do inventário.

Referências Bibliográficas

ADAMS, J. D.; VISSER, R. J. M.; PRISLEY, S. P. Modeling Steep Terrain Harvesting Risks Using GIS. In: INTERNATIONAL PRECISION FORESTRY SYMPOSIUM, 2., 2003, Seattle, Washington. **Precision Forestry: proceedings**. Seattle, Washington: University of Washington College of Forest Resources, 2003. p. 99-108.

AMARAL, P.; VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; VIDAL, E. **Floresta para sempre: um Manual para Produção de Madeira na Amazônia**. Belém: Imazon, 1998. p. 130.

ARUGA, H. Precision forestry operations and equipment in Japan. In: INTERNATIONAL PRECISION FORESTRY SYMPOSIUM, 2., 2003, Seattle, Washington. **Precision Forestry: proceedings**. Seattle, Washington: University of Washington College of Forest Resources, 2003. p. 31-35.

AYRES, M.; JUNIOR AYRES, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. **BioEstat 2.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém, PA: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília, DF: CNPq, 2000. 272 p.

BENDLIN, L. **Globalsat BT338 Review**. Disponível em: <http://www.pocketgpsworld.com/bt338.php>. Acesso em: 10 jan. 2007.

FREITAS, L. J. M. de; SOUZA, A. L. de; LEITE, H. G.; SILVA, M. L. da. Análise técnica e estimativas de custos de inventários de prospecção em uma floresta estacional semidecidual submontana. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 65-75, 2005.

GARMIN. Garmin International Inc. Disponível em: <http://www.garmin.com/>. Acesso em: 23 ago. 2007.

GPS TRACKMAKER. **Geo Studio Tecnologia**. Disponível em: <http://www.gpstm.com/index.php?lang=port>. Acesso em: 23 ago. 2007.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 10.ed. 1982. 430 p.

GOOGLE EARTH. Google Earth. Disponível em: <http://earth.google.com/>. Acesso em: 23 ago. 2007.

GORGULHO, M. **G.P.S. O sistema de posicionamento global**. Disponível em: <http://www.gpsglobal.com.br/Artigos/Apostila.html>). Acesso em: 09 jan. 2007.

IBAMA. **Instrução normativa nº 4, de 4 de março de 2002**. Dispõe sobre o manejo florestal sustentável de uso múltiplo na Amazônia Legal. Disponível em: <www.ibama.gov.br>. Acesso em: 20 dez. 2006.

IBAMA. **Instrução normativa nº 5, de 11 de março de 2006**. Dispõe sobre os procedimentos técnicos para elaboração, apresentação e execução e avaliação dos planos de manejo florestal sustentável na Amazônia Legal. Disponível em: <www.ibama.gov.br>. Acesso em: 14 fev. 2007.

LARSON, B. C.; EVANS, A. Use of Spatially Explicit Inventory Data for Forest Level Decisions. In: **Precision Forestry Proceedings of the Second International**. Seattle, Washington, 2003. p. 115.

RIBEIRO, C. A. A. S. Floresta de Precisão. In: MACHADO, C. C. (Ed.). **Colheita Florestal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 2002. p. 311-335.

SIRF TECHNOLOGY. **SIRF Technology**. Disponível em: <http://www.sirf.com/>. Acesso em: 20 ago. 2007.

SOARES, C. P. B; NETO, F. de P; SOUZA, A. L. de. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 276 p.

VEIGA, R. A. de A. **Dendrometria e inventário florestal**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1984. 108 p. (Boletim Didático, 1).