

AVALIAÇÃO DE PROCEDIMENTOS PARA LOCALIZAÇÃO DE ÁRVORES EM INVENTÁRIOS FLORESTAIS CENSITÁRIOS, VISANDO O EMPREGO DO MANEJO DE PRECISÃO.

EVALUATION PROCEDURES AIMING TREE LOCATE IN TREE CENSUS FOREST INVENTORIES, IN THE SCOPE OF PRECISION FOREST MANAGEMENT.

Evandro Orfanó Figueiredo¹; Renato Cunha Mesquita²; Evaldo Munoz Braz³; Symone Maria de Melo Figueiredo⁴; Marcus Vinício d'Oliveira das Neves⁵.

RESUMO

A Embrapa Acre e Embrapa Florestas desenvolveram um conjunto de procedimentos voltados para o manejo de precisão em florestas tropicais denominado de Modelo Digital de Exploração Florestal – MODEFLORA, cujo princípio é georreferenciar e geomonиторar todos os processos envolvidos no manejo, da elaboração do projeto a execução da exploração. A área de estudo foi uma unidade de produção anual do plano de manejo florestal da Fazenda Alfenas (Rio Branco, Acre). Avaliou-se cinco procedimentos de localização das árvores, sendo duas técnicas no sistema tradicional de falsas coordenadas e três com a apropriação de coordenadas verdadeiras com GPS de alta sensibilidade. O objetivo foi identificar um método para localização de árvores que apresenta menor diferença estatística quando comparado com a localização de referência e propor um procedimento de localização com emprego do GPS de alta sensibilidade. O melhor resultado foi o método de coleta com o GPS na posição vertical, o qual apresentou um erro médio de localização de 2,22 metros, demonstrando assim ser uma prática adequada de localização das árvores do inventário, visando a implantação de técnicas de precisão em florestas tropicais.

Palavra-chave: GPS, Manejo florestal, Georreferenciamento, Exploração florestal.

ABSTRACT

Embrapa Acre and Embrapa Florestas (agricultural and forest researchers centers) developed a set of procedures aimed the precision forest management of tropical forests. The procedure is entitled Digital Model of Forest Harvesting - MODEFLORA, whose principle is georeferencing and geomonиторing all processes involved in the management of tropical natural forests: starting in project elaboration and planning until logging execution. The study area was an annual compartment of timber production belonging to Management Forest Planning of “Alfenas Farm” (Acre, state of Brazilian Amazon Region). The methodology of this research consists to evaluated five cases of tree location (necessary to tree inventory census and reduced impact logging planning), being two techniques in the traditional system with the use of false coordinates and three with the measure of real coordinate with GPS of high sensibility. The objective was to identify a method for locating trees that presents smaller statistical difference when compared with the reference location, aiming to propose and select a tree location method with the use of GPS of high sensibility. The best result was the method of collecting data with GPS in vertical position. It presented an average error of location of 2.22 meters, thus demonstrating that its practice is appropriate to tree location in tree inventory census, seeking the developing of technical accuracy in the scope of precision management of natural forests.

Key words: GPS, Forest Management, Georeferencing, Forest harvest

¹Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Florestas de Produção, Embrapa Acre, Rodovia BR-364, km 14, Caixa Postal 321, CEP 69914-220, Rio Branco-Acre, Brasil

²Engenheiro Florestal, Consultor Técnico, Rua Antônio Monteiro Sobrinho, nº101, Bairro Santa Quitéria, CEP 69914-450, Rio Branco, Acre, Brasil.

³Engenheiro Florestal, M.Sc. em Manejo de Florestal, Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, km 111, CEP 83411-000, Colombo, Paraná, Brasil.

⁴Engenheira Agrônoma, M.Sc. em Manejo Ambiental, Universidade Federal do Acre - UFAC, Rodovia BR-364, km 5, CEP 69900-000, Rio Branco-Acre, Brasil

⁵Engenheiro Florestal, Ph.D. em Manejo de Florestas Tropicais, Embrapa Acre, Rodovia BR-364, km 14, Caixa Postal 321, CEP 69914-220, Rio Branco-Acre, Brasil

INTRODUÇÃO

São poucas as experiências na Amazônia Brasileira que se utilizam de forma integrada de técnicas de sistema de posicionamento global, geoprocessamento e sensoriamento remoto no planejamento, execução e monitoramento do manejo florestal. São inúmeras as vantagens da inclusão destas ferramentas no manejo, destaca-se, a maior precisão das informações, as quais possibilitarão um planejamento florestal mais harmônico com o ecossistema manejado e de menor custo. O bom planejamento das intervenções florestais implicará em menores danos ambientais e alto rendimento das operações de campo. Acrescenta-se aí, melhoria da eficiência dos órgãos de licenciamento e controle, em decorrência da menor demanda de vistoria técnica.

A Embrapa Acre e Embrapa Florestas desenvolveram um conjunto de procedimentos voltados 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 X, Y. O fundamento do método é georreferenciar e geomonиторar todos os processos envolvidos no manejo, ou seja, da elaboração do projeto a execução da exploração. Para isso são empregados de forma integrada 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.

Significativa parte do sucesso do manejo de precisão em florestas tropicais depende da maior precisão do microzoneamento e da localização das árvores, visando a definição de sítios e estratégias específicas de manejo.

O referido estudo avaliou cinco procedimentos de localização das árvores, sendo duas técnicas no sistema tradicional de falsas coordenadas e três com a apropriação de coordenadas verdadeiras com GPS de alta sensibilidade.

O objetivo do trabalho foi:

- Identificar um método para localização de árvores que apresente menor diferença estatística quando comparado com a localização de referência;
- Avaliar se existe diferença estatística entre os tratamentos; e,
- Propor um procedimento com emprego do GPS de alta sensibilidade com o chip Sirf Star III para gerar mapas e roteiros digitais de exploração florestal com menores inconformidades de localização.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O manejo florestal é a principal atividade econômica que possibilita a manutenção da cobertura florestal natural. O estímulo ao manejo e ao interesse pela floresta é fator decisivo para inibição de usos da terra que impliquem em desflorestamento e queimadas. Apesar destes fatores, o manejo da floresta tropical ainda é visto com restrições, tanto pelos produtores florestais, como por organizações não-governamentais ambientalistas (BRAZ et al., 2007).

O manejo da floresta tropical avançou muito quanto às pesquisas básicas relacionadas a avaliação da regeneração e dinâmica da floresta pós-exploração. Nas últimas décadas as pesquisas em manejo florestal foram orientadas para reduzir os impactos da exploração sobre a floresta remanescente (HENDRISON, 1989; d'OLIVEIRA & BRAZ, 1998). Todavia, persistem grandes lacunas no planejamento do manejo das florestas naturais, principalmente, no que tange a extração de toras.

A heterogeneidade da floresta tropical, expressada pelo padrão de distribuição de suas espécies arbóreas, tipologias florestais, relevo, hidrografia e solo, torna extremamente complexo a modelagem do ecossistema e dificulta o planejamento da exploração com operações precisas (FIGUEIREDO et al., 2007).

Para obter precisão nas operações florestais são necessárias três tecnologias convergentes (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 geo-espaciais para o manejo de florestas; e, b) manejo de sítio florestais específicos (RIBEIRO, 2002).

Nas florestas tropicais o manejo de precisão inicia-se com o inventário censitário, este é fundamental para o planejamento da exploração florestal, pois possibilita: obter estimativas sobre volume de madeira atual, o planejamento da infra-estrutura da exploração, o dimensionamento das estradas, necessidade de construção de pontes, número de pátios de estocagem, tipo de transporte, entre outros (AZEVEDO, 2006).

Algumas metodologias foram desenvolvidas para localização de árvores. Freitas et al. (2005) preconizam a subdivisão do talhão em setores de inventário com 40 metros de largura e comprimento

variável conforme a geometria da área. As picadas são abertas a 40 metros de distância uma das outras. A cada 30 metros ao longo de cada picada é fixado um piquete de madeira de 1,2 m de altura para servir de referência na medição das coordenadas (X, Y) das árvores que apresentam DAP ≥ 20 cm. Para obtenção dos dados de localização das árvores, utiliza-se uma trena de 50 metros para orientação do eixo Y. Para medição de distância no eixo X, utilizaram-se um instrumento de medição denominado hipsômetro vertex. Esse procedimento é realizado por uma equipe composta por um líder (anotador), que se desloca sobre a picada e, de posse do equipamento, mede as distâncias e um mateiro, que localiza, mede e identifica as árvores. Assim, a coordenada Y de cada árvore mapeada corresponde à distância percorrida ao longo da picada e a coordenada X, à distância do líder até a árvore.

Amaral et al. (1998) recomendam abrir picadas a cada 50 metros, dispostas paralelamente no talhão e colocar balizas de forma regular a cada 25 metros ao longo da picada. Ao final de cada picada desloca-se 50 metros até a próxima picada. Esse procedimento deve ser conduzido por uma equipe composta por dois ajudantes, um identificador (mateiro) e um anotador. Os ajudantes percorrem as faixas a procura das árvores que serão mapeadas e, quando encontradas, realizam a mensuração das mesmas; o mateiro faz identificação das espécies e o anotador preenche as fichas de campo. As coordenadas X e Y são determinadas, respectivamente, pela distância da árvore à trilha vizinha e a distância entre a árvore e a linha base que delimita o talhão.

Observa-se com frequência, em planos de manejo florestal em execução, problemas relacionados a abertura de estradas em áreas de baixo potencial madeireiro e pátios super ou sub-dimensionados para a estocagem de madeira, o que nesses casos não só aumentam os custos de construção e de manutenção das estradas, como também danificam desnecessariamente a floresta remanescente (BRAZ et al., 2005).

Figueiredo et al. (2007) destacam os problemas enfrentados no planejamento florestal, que ocorrem em decorrência das deficiências técnicas dos inventários censitários. Entre os problemas, destacam-se as seguintes fontes de erros na coleta e processamento dos dados do inventário:

a) abertura de picadas (linhas) em áreas florestais de polígono irregular, o que gera uma sucessão de erros de locação das árvores inventariadas, em decorrência dos equívocos de medição da distância Y em picadas paralelas e sucessivas;

b) a necessidade do apontador ou anotador das distâncias de X e Y, manter uma concentração permanente, visto que, além de avaliar a distância no eixo Y (picada) e mensurar o eixo X (distância entre a picada e a árvore inventariada), o profissional ainda anota espécie, diâmetro, altura, qualidade do fuste, sanidade, e se a árvore está localizada do lado direito ou esquerdo da referida picada;

c) dificuldade de se avaliar as distâncias X para as árvores localizadas na região limítrofe entre picadas vizinhas. Isso acaba gerando sérios problemas de localização das árvores pela equipe de exploração. Com isso é bastante comum encontrar árvores que deveria pertencer ao mapeamento de uma picada, serem encontradas na estrutura de mapas da

picada vizinha, o que acaba gerando dúvidas na equipe de corte durante a operacionalização do plano de manejo;

d) desconhecimento das características ambientais da área do inventário, tais como: declives ou aclives acentuados, rampas de longa extensão, regiões alagadas, cursos hídricos permanentes e intermitentes, moradia de extrativistas (colocações de seringueiros), posseiros e ribeirinhos, faz com que haja subjetividade na caracterização ambiental (microzoneamento), acarretando num planejamento florestal precário; e,

e) Inventário com “prazo de validade curto”. É natural que o inventário florestal pré-exploração tenha um prazo para que os dados sejam considerados confiáveis, principalmente, em decorrência da dinâmica florestal. O inventário censitário para o manejo florestal com emprego de coordenadas X e Y, pode ser considerado uma estratégia de planejamento com vida útil muito curta. Na maioria dos casos, os inventários são realizados um ano antes da exploração florestal e, quando a equipe de exploração começa suas atividades de localização da árvore, corte, abertura de estradas, pátios e trilhas, as picadas do inventário já cerraram com a vegetação regenerada, dificultando a localização das árvores.

Não é raro encontrar empresas madeireiras explorando os planos de manejo da maneira tradicionalmente feita em áreas de conversão florestal, sem consultar ao menos o mapa de exploração.

Larson & 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.

Hamzah (2001) fez uso do GPS para o mapeamento de árvores em floresta tropical. O estudo foi desenvolvido na Reserva Florestal Ulu Sat, Kelantan. Foram mapeadas árvores com DAP maior que 40 cm. A técnica consistiu no uso de um GPS diferencial (DGPS) e de outros dois GPS: um receptor de estação básico estacionário, de onde partiu a localização de referência conhecida, e um “vagueador” receptor usado no campo para localizar a posição de árvore. A informação de localização da árvore era

transferida para um compartimento no mapa da floresta em um sistema GIS. O estudo demonstrou que o DGPS pode ser usado para determinar a posição de árvores no ambiente de floresta natural.

Andersen et al. (2003) desenvolveram um estudo na Reserva Fost Lewis Military, em Washington, EUA, onde utilizaram dados de sensoriamento remoto com uso da tecnologia “Scanner de Laser Aerotransportado – LIDAR”. Essas informações foram comparadas com medições de estrutura obtidas por meio de inventário florestal em várias condições topográficas. Os resultados indicaram que as estimativas de cobertura obtidas por LIDAR se relacionam com as estimativas de campo. Com os dados de LIDAR, foi possível gerar modelos tridimensionais da floresta e da superfície do terreno. Essas informações foram muito importantes para o conhecimento da dinâmica ecológica, do manejo do fogo e do planejamento da colheita florestal.

Thompson et al. (1998) utilizaram o GPS para monitorar os movimentos de skidders em plantios florestais no sudeste da Austrália. Eles produziram mapas com o percurso realizado, a distância de arraste, a intensidade de viagens (número de vezes que a skidder passava por determinado local) e, também, foi calculado o tempo decorrido de cada operação com máquinas de diferentes potências.

Em 2007, a EMBRAPA ACRE planejou e executou em parceria com a Madeireira São Lucas, na Fazenda São Paulo, Porto Acre, Acre, Brasil, o primeiro plano de manejo florestal na Amazônia em que foram empregados de forma integrada tecnologias de sensoriamento remoto, Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS), GIS e barômetros digitais, num conjunto de práticas de planejamento denominado de Modelo Digital de Exploração Florestal - Modeflora.

Este procedimento possibilitou planejar previamente e com alta precisão, estradas florestais compatíveis com curvas de nível, pátios de estocagem em locais planos, bem drenados e com alta densidade de árvores a serem exploradas, além de indicar a melhor direção de queda das árvores a serem cortadas de acordo com as informações da modelagem digital do terreno e estoque de árvores a serem conservadas para corte futuro e, ainda, apontar a direção ângulo e comprimento das trilhas de arraste a serem percorridas pelo trator florestal (FIGUEIREDO et al., 2007b).

O Modeflora também permite monitorar o trabalho da equipe de corte e a operação do skidder, produzindo automaticamente, mapas dinâmicos de percurso de arraste das toras e de movimentação de pátio, além de possibilitar mensurar o ciclo de arraste de toras (tempo médio de trabalho do trator, tempo de engate e desengate da tora, percurso carga cheia e vazia), entre outras possibilidades (FIGUEIREDO et al., 2007b).

A maioria das falhas no planejamento e execução dos planos de manejo em florestas tropicais, é resultado do desconhecimento das possibilidades de integração do sistema de informações geográficas, sensoriamento remoto, inventário florestal e a execução em campo do plano de exploração de forma precisa (FIGUEIREDO et al., 2007).

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo foi uma unidade de produção anual do plano de manejo florestal da Fazenda Alfenas (Rio Branco, Acre), ainda na fase de planejamento. Foi aleatorizada na área de produção florestal, uma unidade experimental de 250 X 250 metros (6,25 hectares). As picadas do inventário foram as mesmas abertas pela equipe responsável pelo inventário da referida área, cujas linhas correspondentes as picadas foram transportadas para o GPS.

No procedimento de localização das árvores, foram avaliados cinco diferentes métodos, os quais constituíram nos tratamentos do experimento. Cada tratamento foi comparado com a localização de referência, denominada de LR (Testemunha). Nos 6,25 hectares foram inventariadas 46 árvores de espécies comerciais com diâmetro a altura do peito (DAP) acima de 30 cm. Cada árvore inventariada foi considerada como uma repetição para os tratamentos, configurando num delineamento inteiramente casualizado. Para identificação das árvores, foram utilizadas as mesmas placas de alumínio adotadas pelo inventário original do PMFS.

A localização de referência (LR) foi a plotagem 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 apresenta resultados próximos (< 2 metros) quando comparados com os 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 feita por um técnico florestal de nível médio com mais de 10 anos de experiência em levantamentos florestais.

O quinto e último tratamento (T5), adotou os mesmos procedimentos do (T4), diferenciando somente na forma de estimar o eixo X (distância da picada até a árvore), o qual foi realizado um 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). Os tratamentos que adotaram a localização da árvore por coordenadas X e Y, os dados foram anotados em caderneta de campo e, posteriormente, no escritório, plotadas sequencialmente, conforme é feito pelo mapeamento tradicional (em papel ou CAD).

Para avaliar a precisão do mapeamento referente a cada tratamento, foram criados arquivos shapex individuais de cada ponto (localização da árvore) e buffers (área do entorno) dos pontos de 15 metros de raio, valor este semelhante a precisão dos receptores, conforme GARMIN (2007). Em seguida, foi obtida de cada árvore, a área (m²) de intersecção do buffer da testemunha (considerado como referência) com os demais tratamentos. Assim, quanto maior a área (m²) de intersecção do buffer de determinado tratamento, com a testemunha (LR), melhor será a forma de localizar as árvores do inventário. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias a teste de contrastes de Tukey para a significância estatística de 5% e 1%.

CONCLUSÕES

Os resultados da análise de variância demonstraram haver diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 1).

TABELA 1: 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		

Obs.: **Significativo a 1%

Apesar do rigor do Teste Tukey (Tabela 2), 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 consistência e precisão da técnica de geolocalização das árvores com GPS de alta sensibilidade.

O segundo grupo apresentou 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 6 árvores localizadas pelo T4 e 8 árvores localizadas pelo T5, se quer tiveram área de intersecção com a localização de referência. Isso representa um erro superior a 30 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 evidenciam a imprecisão do sistema tradicional localização X e Y, conforme Tabela 3.

TABELA 2: 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	
		Δ(5%)	Δ(1%)
T1	568,0088	Δ(5%)	96,94404253
T2	522,3016	Δ(1%)	115,5291699
T3	513,6906		
T4	259,8911		
T5	257,1256		
Contrastes		Δ(5%)	Δ(1%)
Ŷ1=T1-T2	45,7072	ns	ns
Ŷ2=T1-T3	54,3182	ns	ns
Ŷ3=T1-T4	308,1177	*	**
Ŷ4=T1-T5	310,8832	*	**
Ŷ5=T2-T3	8,6110	ns	ns
Ŷ6=T2-T4	262,4105	*	**
Ŷ7=T2-T5	265,1760	*	**
Ŷ8=T3-T4	253,7995	*	**
Ŷ9=T3-T5	256,5650	*	**
Ŷ10=T4-T5	2,7655	ns	ns

TABELA 3: 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 localização das 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. 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 uma prática adequada de georreferenciar as árvores do inventário.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, P.H.C.; VERISSIMO, J.A.O.; BARRETO, P.G.; VIDAL, E.J.S. Floresta para sempre: um Manual para Produção de Madeira na Amazônia. Belém: Imazon, 1998. 130 p.
- ANDERSEN, H.E.; FOSTER, J.R.; REUTEBUCH, S.E. Estimating Forest Structure Parameters on Fort Lewis Military Reservation using Airborne Laser Scanner (LIDAR) Data. In: Precision Forestry Proceedings of the Second International. Seattle, Washington, 2003. 472
- BRAZ, E.M.; FIGUEIREDO, E.O.; d'OLIVEIRA, M.V.N.; PASSOS, C.A.M. Manejo Florestal de Precisão: Modelo Digital de Exploração e Manejo de Florestas Naturais. In: FIGUEIREDO, E.O.; BRAZ, E.M.; d'OLIVEIRA, M.V.N. Manejo de Precisão em Florestas Tropicais: Modelo Digital de Exploração Florestal. Rio Branco: Embrapa Acre, p. 15-30. 2007.
- 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.
- 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).

FIGUEIREDO, E.O.; BRAZ, E.M.; d'OLIVEIRA, M.V.N. Manejo de Precisão em Florestas Tropicais: Modelo Digital de Exploração Florestal. Rio Branco: Embrapa Acre, 2007. 183 p.

FIGUEIREDO, E.O.; CUNHA, R.M.. Levantamento das Árvores com Coordenadas Apropriadas com GPS de Alta Sensibilidade. In: FIGUEIREDO, E.O.; BRAZ, E.M.; OLIVEIRA, M.V.N. Manejo de Precisão em Florestas Tropicais: Modelo Digital de Exploração Florestal. Rio Branco: Embrapa Acre, 2007(b). p. 101-118.

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. GPSMAP 76 Cx Serf Star. Disponível em: <<http://www.garmin.com/products/gpsmap76cx/#>>. Acesso em: 05 janeiro 2007.

HAMZAH, K.A. Remote Sensing, GIS and GPS as a Tool to Support Precision Forestry Practices In Malaysia. 22a Asian Conference on Remote Sensing. Singapura, 2001.

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

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: Colheita Florestal. Editor: Carlos Cardoso Machado, Viçosa/MG: Universidade Federal de Viçosa. 2002. p. 311-335.

THOMPSON, J.D; DELBRIDGE, G.; MCCORMACK, R.J.; COLEMAN, J. Tracking forest harvesting machines with GPS in southeastern Australia. ASAE Technical Paper No. 98-7018. ASAE, St. Joseph, MI. 11 p. 1998.