

Capítulo 1 – Manejo Florestal de Precisão: Modelo Digital de Exploração e Manejo de Florestas Naturais

Evaldo Muñoz Braz
Evandro Orfanó Figueiredo
Marcus Vinício Neves d'Oliveira
Carlos Alberto Moraes Passos

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.

Esta atividade também tem sido beneficiada pelo aumento dos preços da madeira tropical, tanto nacional como internacionalmente.

Apesar destes fatores, o manejo da floresta tropical ainda é visto com restrições, pelos produtores e organizações não-governamentais ambientalistas.

O manejo da floresta tropical avançou muito quanto às pesquisas básicas relacionadas à avaliação da regeneração e à 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; OLIVEIRA; BRAZ, 1998). Utilizando-se as normas da exploração de impacto reduzido (EIR), pode-se verificar que esta não era necessariamente mais cara que a exploração convencional (SABOGAL et al., 2000).

Todavia, persistem grandes lacunas no planejamento do manejo das florestas naturais, principalmente, no que tange à extração de toras.

Por outro lado, a heterogeneidade da floresta tropical, expressada pelo padrão de distribuição de suas espécies arbóreas, tipologias florestais, relevo, hidrografia e solo, torna extremamente complexa a modelagem do ecossistema e dificulta o planejamento da exploração com operações precisas (BRAZ, 1994; BRAZ, 2002).

Para obter operações florestais precisas 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 geoespaciais para o manejo de florestas; e, b) manejo de sítios florestais específicos (RIBEIRO, 2002).

O avanço tecnológico no planejamento das atividades na agricultura empresarial, com o emprego do Sistema Global por Navegação por Satélites (GNSS), é uma realidade há 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 da floresta.

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 X e Y marcado em campo (também chamado de falsas coordenadas), devido, principalmente, às dificuldades de utilização de equipamentos, softwares e produto de sensoriamento remoto adequado.

Observam-se, freqüentemente, 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 dimensionamento equivocado 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; BRAZ, 2005).

Os principais problemas do planejamento florestal por meio do inventário florestal censitário são:

a) Abertura de Picadas (linhas) em Áreas Florestais de Polígono Irregular

Quando uma área florestal a ser inventariada apresenta um polígono irregular, com vértices de ângulos agudos ou obtusos, ou ainda, numa situação crítica em que a referida área florestal é ladeada por um rio ou estrada sinuosa, as operações de campo são trabalhosas e requerem um maior investimento para que a atividade de abertura de picadas seja executada com precisão.

O problema da área irregular é uma tarefa simples e primária de ser solucionada no escritório. Em campo (floresta) demanda tempo e qualificação da equipe para que as picadas sejam abertas paralelas e no ângulo (azimute) correto. O trabalho começa com a abertura das picadas, que deverão receber numeração indicativa da distância percorrida, por meio de uma placa de alumínio fixada numa estaca. Estas estacas deverão apresentar a mesma direção da primeira linha, ou seja, a estaca com placa 125 metros da linha 1 deve ser paralela à estaca 125 metros das linhas 2, 3, 4, e assim por diante, caso contrário, o mapa de exploração será apenas uma mera sucessão de erros de alocação das árvores inventariadas.

Muitas vezes, as instituições responsáveis pelo licenciamento ambiental recomendam que a Unidade de Produção Anual (UPA) do manejo florestal tenha uma forma regular, cuja finalidade é minimizar os efeitos dos problemas da abertura de picadas e do uso de falsas coordenadas. Porém, a concepção do desenho de unidades de produção geometricamente perfeitas com ângulos retos e divisas retilíneas foge completamente da realidade amazônica, em que a grande maioria das propriedades rurais de médio e grande porte apresenta como limite um curso hídrico.

Alguns planejamentos florestais chegam a excluir as áreas próximas de cursos hídricos em decorrência de seu contorno irregular, sob alegação de ser uma área inacessível à exploração florestal, mesmo que a citada área seja perfeitamente explorável.

b) Emprego das Coordenadas X e Y de Campo para o Levantamento Florestal

Para adotar as coordenadas X e Y é necessário abrir picadas, identificando-se as distâncias, a fim de realizar o mapeamento das árvores. A grande demanda de tempo e mão-de-obra para a abertura das trilhas e os erros de medição na distância da picada (eixo Y), na estimativa da distância da picada até a árvore (eixo X), tornam o uso desta metodologia de mapeamento de árvores e de microzoneamento oneroso e demorado e com muitas possibilidades de erros.

Outro problema é 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.

Observar e anotar estas informações é uma tarefa simples para as primeiras horas de trabalho. Entretanto, o trabalho de campo nas condições amazônicas, principalmente, pelas características de alta umidade e temperatura, aliado a vários fatores adversos (insetos, rede de drenagem, sub-bosque denso, fortes aclives e grandes extensões a serem percorridas diariamente pela equipe) tornam esta tarefa uma atividade muito cansativa e com grandes possibilidades de erros.

Uma fonte de erro bastante comum é a 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 deveriam pertencer ao mapeamento de uma picada, mas que foram alocadas na picada vizinha. Esta falha acaba gerando dúvidas na equipe de corte das árvores durante a operacionalização do plano de manejo.

Não são raros os reclames das equipes de exploração, devido às dificuldades de encontrar a árvore mapeada para exploração.

É comum observar em florestas manejadas, árvores que deveriam ser cortadas e não foram, ou árvores que foram cortadas e não foram arrastadas em decorrência das dificuldades encontradas na sua localização.

A opção pelo uso das coordenadas X e Y teve como principal motivação a dificuldade de se obter coordenadas apropriadas das árvores inventariadas com receptores GPS. O dossel da floresta é uma barreira natural que dificulta a recepção do sinal de satélites por receptores GPS convencionais. No entanto, com o emprego de receptores GPS com antenas de alta sensibilidade, este problema é uma etapa superada.

c) Desconhecimento da Área a ser Inventariada

O 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, colocações de seringueiros, posseiros e ribeirinhos, faz com que haja subjetividade na caracterização ambiental (microzoneamento), acarretando num planejamento florestal precário.

Um exemplo típico do desconhecimento prévio do terreno e da precariedade do planejamento florestal é a forma de diagnosticar as características altimétricas em campo. Na maioria das vezes, a informação é coletada de maneira a apontar a região onde existe um declive acentuado no momento em que a equipe de inventário está trabalhando. O registro da declividade é anotado à margem da caderneta de campo, considerando a coordenada X e Y. No entanto, a informação coletada é insuficiente por não fornecer os seguintes dados:

- A exata localização da informação registrada, em decorrência da possibilidade de erros do inventário por coordenada X e Y.
- O sentido da rampa.
- A sua extensão.
- A diferença de cotas altimétricas das curvas de nível.
- O comprimento da curva de nível.

d) 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. Assim, o inventário florestal registra um momento do ecossistema estudado. No decorrer dos anos haverá ingressos, crescimento, mortalidade e danos (naturais e causados pela exploração) às copas e aos fustes das árvores amostradas.

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.

Com o uso do sistema de coordenadas X e Y não apenas a localização das árvores e a topografia ficam prejudicadas, mas também toda rede de drenagem, especialmente, cursos d'água temporários, tornando a identificação e localização das áreas de preservação permanente incorretas.

Deixar de considerar os fatores ambientais no planejamento da exploração da área florestal manejada ocasiona:

- Desconhecimento do real padrão de distribuição das espécies florestais.
- Rede de arraste inadequada.
- Perda de árvores já cortadas.
- Maior necessidade de manutenção de estradas, sendo a erosão um dos principais fatores da pequena durabilidade destas obras.
- Baixo rendimento operacional para instalação das estradas e pátios, aumentando os custos operacionais.

- Lançamento de estradas e passagem de máquinas em áreas de preservação permanente.
- Maiores danos ambientais.
- Controle e monitoramento das operações florestais inadequados.

Todas estas falhas de execução do plano, em parte, 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.

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 digitais e palm-tops (ARUGA, 2003), porém, sua aplicação completa para as condições amazônicas ainda apresenta restrição.

O Modelo Digital de Exploração Florestal (Modeflora) não é um software ou equipamento, e sim um novo processo que busca unir com maior precisão o Sistema de Informações Geográficas (SIG), 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), tornando possível a integração do planejamento florestal prévio e as operações de exploração florestal por meio de um sistema rastreado por satélite. O Modeflora busca atender aos fundamentos técnicos e científicos do Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) estabelecidos nas normas que regulamenta a Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (Código Florestal):

- I - caracterização do meio físico e biológico;
- II - determinação do estoque de madeira existente;
- III - intensidade de exploração compatível com a capacidade da floresta;
- IV - ciclo de corte compatível com o tempo de restabelecimento do volume de produto extraído da floresta;

- V - promoção da regeneração natural da floresta;
- VI - adoção de sistema silvicultural adequado;
- VII - adoção de sistema de exploração adequado;
- VIII - monitoramento do desenvolvimento da floresta remanescente; e,
- IX - adoção de medidas mitigadoras dos impactos ambientais e sociais.

A nova prática envolve o planejamento do inventário florestal pré-exploratório, até a realização dos trabalhos de campo, em que as operações são todas realizadas com auxílio de receptores GPS de alta sensibilidade. Nestas etapas são necessários os seguintes recursos:

- Computador com pelo menos 40 Gbs de espaço livre no hd, memória de vídeo de 128 Mbs e memória RAM de 1 Gb.
- Software de processamento de imagens de sensoriamento remoto (Envi, Idrisi ou similar).
- Software de transferência de informação para o GPS (Track Maker Pro 4.0; MapSource ou similar).
- Software de geoprocessamento (ArcGIS 9.0 ou superior).
- Extensão Xtools do ArcGIS.
- Extensão Hydrology do ArcGIS.
- Extensão 3D do ArcGIS.
- Base de dados shape do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com informações sobre hidrografia, unidades de conservação, terras indígenas, cidades, solos, etc. (http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_geo/diretorios.php?caminho=../pub/mapas/banco_dados_georeferenciado_recursos_naturais#).
- Planilha eletrônica de estatística (Excel ou similar).
- Imagem da Missão Topográfica por Radar Interferométrico – SRTM /Nasa (<http://srtm.csi.cgiar.org/>).
- Imagem CBERS-2 ou CBERS-2B (passagem recente) para diagnósticos de feições florestais, colocações e posseiros (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>).

- GPS com antena de alta sensibilidade (tecnologia Sirf Star III) e com barômetro acoplado.
- Navegador GPS automotivo com antena de alta sensibilidade (Sirf Star III), contendo cartão de memória e software de processamento aberto para inclusão de novos mapas editados e compilados pelo usuário (opcional).
- Bússolas.
- Material para anotação e marcação de árvores em campo.

Caso a empresa ou produtor florestal faça a opção de acoplar o navegador GPS automotivo no trator florestal, terá uma autonomia maior de armazenamento de dados, porém, ainda será necessária a adoção dos seguintes softwares:

- MapDekode, para compilação dos dados.
- ActiveSync, para transferência dos dados compilados do computador para o cartão de memória do navegador.

O uso do Modeflora pelo empreendedor florestal permitirá obter relatórios de maneira rápida e precisa nas operações de campo.

Nas atividades pré-exploratórias o produtor florestal e os órgãos de licenciamento saberão precisamente a localização das árvores de interesse e a quantidade necessária de infra-estrutura para sua exploração (estradas, pátios de estocagem, pontes, e aspectos relevantes vinculados a relevo, estrutura florestal, hidrografia e área de preservação permanente – APP).

Durante a exploração florestal, a equipe de corte saberá a localização precisa das árvores a serem cortadas e a direção de queda preferencial o que torna o trabalho mais eficaz. Na abertura de estradas, a modelagem digital do terreno e da hidrografia possibilita a construção de estradas com baixo custo e impacto ambiental. As estradas serão construídas em nível ou em divisores de água, diminuindo, significativamente, os custos na construção de bueiros e pontes.

A distribuição dos pátios e trilhas de arraste feita com base na posição real das árvores diminuirá a distância média de arraste tornando esta operação mais rápida. A localização precisa das

árvores diminui o deslocamento do skidder na floresta reduzindo também os impactos ambientais da operação.

Durante ou após a exploração florestal, os produtores florestais e órgão ambiental saberão de maneira rápida aspectos importantes, tais como:

- As árvores que deveriam ser exploradas e não foram.
- As árvores que foram cortadas e não foram arrastadas.
- As árvores que foram retiradas irregularmente (de áreas de preservação permanente, remanescentes, matrizes e proibidas por lei).
- Quantas viagens de arrastes foram necessárias para cada árvore.
- Ciclo do trator florestal fracionado em manobras de pátio, arraste de toras e movimentos extra-exploração florestal (tráfego entre pátios, tráfego entre área da UPA e o acampamento, e outras atividades).

Com isso será possível corrigir ações falhas antes da retirada da equipe de exploração da unidade de produção.

A definição de sítios homogêneos também é outro ponto-chave do manejo de precisão possibilitando intervenções localizadas na floresta. Para Ribeiro (2002) o manejo de sítios específicos está fundamentado na inclusão da variabilidade espacial e temporal dos fatores de produção e da própria produtividade da floresta, o que possibilita intervenções localizadas.

Com o emprego do Modelflora, 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 o Modelo Digital de Exploração Florestal (Modeflora) propõe:

- Proporcionar redução de custos de planejamento, controle e monitoramento.
- 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).
- Rastrear a operação de abertura de picadas e alocação das parcelas temporárias e permanentes.
- 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.
- Modelar a hidrografia com imagens de radar e auxílio de barômetros.
- Modelar o relevo com imagens de radar e auxílio de barômetro.
- Estabelecer novos critérios para o traçado e aberturas de estradas e pátios florestais, com base nas características ambientais da área ser manejada.
- Planejar preliminarmente trilhas de arraste para execução em campo.
- Identificar áreas de risco ambiental e as zonas de relevância ecológica, como nascentes e matas ciliares.
- Reduzir impactos ambientais, em decorrência da maior precisão das intervenções.
- Tornar digital e rastreados as operações de localização das árvores pela equipe de corte, a abertura de estradas e pátios e o arraste de toras.
- Criar a base para o processo de rastreabilidade por meio do inventário censitário georreferenciado.
- Proporcionar maior rapidez nas avaliações de tempo e racionalização do trabalho, buscando eficiência e qualidade do trabalho.
- Garantir aos órgãos de licenciamento um melhor controle e facilidade de monitoramento pós-exploratório da unidade de produção manejada.

Referências Bibliográficas

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.

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

BRAZ, E. M. Planejamento das atividades de exploração florestal em floresta tropical úmida. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE COMPENSADO E MADEIRATROPICAL, 2.; FEIRA DE MÁQUINAS E PRODUTOS DO SETOR MADEIREIRO, 1., 1994, Belém, PA. **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, 2.; SEMINÁRIO EM TECNOLOGIA DA MADEIRA E PRODUTOS FLORESTAIS NÃO-MADEIRÁVEIS, 1., 2002, Curitiba. Aproveitamento tecnológico da floresta ibero-americana: fonte de suprimento para o mundo: anais. [Curitiba]: Universidade Federal do Paraná; Belém: Fundação de Pesquisas Florestais do Pará, [2002]. 1 CD ROM.

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: IUFRO WORLD CONGRESS, 22., 2005, Brisbane. **Forest in the balance: linking tradition and technology: program & abstracts**. [Viena]: IUFRO, 2005. p. 180-180. 1 CD ROM.

OLIVEIRA, M. V. N. d’; 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. (EMBRAPA-CPAF/AC. Boletim de Pesquisa, 21).

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

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.

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 Amazônia Oriental, 2000. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 64).