

---

# COLHEITA DE PRECISÃO PARA O MANEJO DAS FLORESTAS NATURAIS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Evaldo Muñoz Braz<sup>1</sup>, Carlos Alberto Moraes Passos<sup>2</sup>, Franklim Chichorro<sup>3</sup>, Luciano Arruda Ribas<sup>4</sup>, Patrícia Povoas de Mattos<sup>5</sup>, Edilson Batista de Oliveira<sup>6</sup>, Luis Cláudio Oliveira<sup>7</sup>, Fábio Thaines<sup>8</sup> e Marcus Vinício Neves d' Oliveira<sup>9</sup>

---

**RESUMO** –A exploração e o manejo da floresta tropical tem evoluído ao longo dos anos. As técnicas de Exploração de Impacto Reduzido (EIR), apresentadas nos últimos anos, tem colaborado imensamente para garantia de talhões futuros menos danificados e portanto com melhor recuperação e qualidade para o próximo ciclo de colheita. Apesar destes grandes esforços, o manejo da floresta tropical ainda é visto com desconfiança pelos produtores florestais. O que faltaria então para a aceitação completa do manejo e difusão imediata de seus critérios básicos? Primeiro, existe a heterogeneidade da floresta tropical, o que dificulta seu planejamento global. Por outro lado, o produtor madeireiro, antes de adotar qualquer tecnologia, quer ter certeza se ela será econômica e se lhe renderá retornos mais satisfatórios. Existem ferramentas que lhe dariam estas garantias, mas são sempre negligenciadas e pouco utilizadas em florestas tropicais. O planejamento deve considerar a heterogeneidade da floresta, expressa por seu padrão de distribuição de espécies e o ritmo de crescimento, otimizando as intervenções. A forma de se alcançar estas otimizações será baseada em ferramentas matemáticas conhecidas, técnicas de planejamento e pesquisa operacional, aplicadas às ciências florestais e econômicas, associadas a Sistemas de Informações

---

<sup>1</sup> Embrapa Florestas, Caixa Postal 319, 83411-000, Colombo, PR. evaldo@cnpf.embrapa.br

<sup>2</sup> Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso, Av. Fernando Correa da Costa, sn, Cuiabá, MT, CEP 78060-900. capassos@terra.com.br

<sup>3</sup> Economia Florestal, Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso, Av. Fernando Correa da Costa, sn, Cuiabá, MT, CEP 78060-900

<sup>4</sup> Embrapa Acre. email: luciano@cpafac.embrapa.br.

<sup>5</sup> Embrapa Florestas, Caixa Postal 319, 83411-000, Colombo, PR.

<sup>6</sup> Embrapa Florestas, Caixa Postal 319, 83411-000, Colombo, PR.

<sup>7</sup> Embrapa Acre, Rio Branco, Acre, caixa postal 321. email: lclaudio@cpafac.embrapa.br, CEP 69908-970.

<sup>8</sup> ST manejo de Florestas. Rio Branco, Acre

<sup>9</sup> Embrapa Acre, Rio Branco, Acre, caixa postal 321. email:mvno@cpafac.embrapa.br, CEP 69908-970.

Geográficas (SIG). A Embrapa Florestas, junto à Universidade Federal do Mato Grosso e Embrapa Acre, na região Amazônica, estão elaborando um sistema que possibilitará o manejo de sítios específicos, prevendo intervenções localizadas na floresta, relativas tanto aos tratamentos silviculturais como de extração, maximizando retornos financeiros, associados a busca do menor dano ambiental. Este texto pretende apresentar esta metodologia em desenvolvimento como um novo passo necessário para a exploração e o manejo das florestas tropicais.

Palavras-chave: tratamentos silviculturais, planejamento da exploração, manejo de precisão.

*ABSTRACT – The methods of tropical forest management has been improved along the years. The techniques of Reduced Impact of Logging (RIL) presented in the last years have been collaborating vastly to reduce damaged compartments and therefore with larger guarantee of recovery quality for the next harvesting cycle. In spite of these great efforts, the management of tropical forests is still seen with distrust by the forest timber producers. What would be missing then to complete acceptance of the natural forest management and immediate diffusion of its basic approach? First, the heterogeneity of the tropical forest which hinder the management global planning. On the other hand, the timber producer before adopting any technology wants to make sure that it is profitable and it will bring best results. Tools that support adequate planning and analysis exist, but they are always neglected and almost not used at tropical forest. The planning should consider mainly the heterogeneity of the forest, expressed by its distribution pattern of species, forest types, growth rhythms etc, optimizing any intervention. How to get this optimization will be based in well-known mathematical tools, planning techniques and operation research, applied to forest and economic sciences, associated with Geographical Information Systems(GIS). Embrapa Florestas, Federal University of Mato Grosso and Embrapa Acre in the Amazon region, working with a timber enterprise are elaborating a system that will make easier to plan the management in specific forest sites, based in the knowledge of the biophysical data forest, space and temporary variability of the production factors and productivity, facilitating local interventions at the forest and new vision of logging planning, aiming at maximize financial revenues associated to reduced environmental damage. This paper intends to present this methodology in development and perspectives of this research.*

*Key words: silvicultural treatments, logging planning operations, precision management.*

## 1. INTRODUÇÃO

O Manejo das florestas naturais é a principal atividade que garante a manutenção da cobertura florestal, sendo ao mesmo tempo potencialmente econômica. O estímulo ao manejo e ao interesse pela floresta tropical é fator decisivo para formação de barreiras naturais à expansão do desflorestamento e às queimadas, criando novos conceitos de utilização das florestas naturais.

Apesar desta necessidade eminente, o manejo da floresta tropical ainda é visto com desconfiança, tanto pelos produtores florestais, como por instituições ambientais.

Sabe-se, entretanto, que o manejo da floresta tropical avançou muito, principalmente, no que tange a pesquisa básica relacionada a avaliação da regeneração da floresta pós exploração e dinâmica da floresta . A partir do final da década de 80 e do início de 90, as pesquisas em manejo florestal foram orientadas para reduzir os impactos da exploração sobre a floresta remanescente (BRAZ E d'OLIVEIRA, 1997; d'OLIVEIRA E BRAZ, 1998), e num período relativamente curto foram reduzidos drasticamente os impactos ambientais dessa atividade (SABOGAL et al., 2000). No entanto, mais recentemente não foram observados avanços significativos nas pesquisas visando superar algumas limitações da exploração de baixo impacto. De fato, no desenvolvimento de novas tecnologias, manifesta-se fortemente a problemática de converter em termos econômicos, de produção e comercialização, os conhecimentos adquiridos nas etapas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), enlaçando-os com os conhecimentos de engenharia já estabelecidos (PAULA E SÁENZ, 2002).

A verdade é que existe, ainda, uma série de fatores que pesam negativamente na vontade do produtor madeireiro em adotar o manejo. Esses fatores são derivados do esquecimento do correto planejamento e monitoramento do manejo florestal, que devem combinar fatores ecológicos com eficiência econômica.

Um produtor madeireiro, antes de adotar qualquer tecnologia, quer ter certeza que ela será econômica e lhe renderá os melhores retornos. É difícil exortar um produtor a comprometer-se com a averbação de áreas por longos ciclos, empreender atividades que aumentem seu custo, pro-

metendo-lhe apenas “um bom manejo” para o meio ambiente. O empresário intuitivamente quer ter a certeza da maximização da renda de sua floresta. Uma de suas primeiras dificuldades seria a distribuição irregular das espécies das florestas naturais.

Com base em ferramentas matemáticas conhecidas pode-se alcançar estas otimizações, tais como técnicas de planejamento e pesquisa operacional, aplicadas à ciências florestais, biológicas e econômicas, associadas a Sistemas de Informações Geográfica (SIG). Essas ferramentas têm sido eventualmente usadas no planejamento da exploração de florestas plantadas (LOPES E MACHADO, 2003), porém, sempre negligenciadas em florestas naturais (BRAZ, 1996).

A Embrapa Florestas, junto a Universidade Federal do Mato Grosso e Embrapa Acre, na região Amazônica, estão elaborando um sistema que possibilitará o manejo de sítios específicos, alicerçado no conhecimento dos meios biofísicos da floresta, variabilidade espacial e temporal dos fatores de produção e da própria produtividade, possibilitando intervenções localizadas na floresta, relativas tanto aos tratamentos silviculturais como de extração, maximizando retornos financeiros, associados a busca do menor dano ambiental. Este texto pretende apresentar esta metodologia em desenvolvimento como um novo passo necessário para a exploração e o manejo das florestas tropicais.

## **2. SITUAÇÃO ATUAL DO MANEJO DAS FLORESTAS TROPICAIS**

As florestas tropicais naturais têm como uma das principais características a heterogeneidade, que é a expressão da ocorrência de dezenas de espécies da flora, distribuídas em microssítios com atributos biofísicos específicos (PUTZ, 1993). Portanto, essa característica deve ser considerada no planejamento das atividades de manejo florestal.

Existe, entretanto, uma desconexão completa entre esta heterogeneidade e o planejamento de exploração e tratamentos silviculturais previstos para esta floresta.

Em geral, a distribuição da malha viária e dos talhões seguem padrões sistemáticos, desconsiderando aspectos, tais como: relevo, solo, drenagem e estoque de madeira das espécies comerciais (PINARD et al., 1995; BRAZ, 2002). Também é desconsiderado o ponto de equilí-

brio entre a distância das estradas secundárias e a distância média de arraste, segundo o potencial da tipologia florestal (BRAZ et al., 2003).

Observa-se, frequentemente, a abertura de estradas de acesso para áreas com baixo potencial madeireiro e de pátios para estocar essa madeira e o dimensionamento de talhões que não abastecem a indústria em quantidades e qualidades adequadas. Nesses casos, além do aumento dos custos de construção e de manutenção de estradas, a floresta é danificada desnecessariamente, acelerando as modificações na sua composição e estrutura, reduzindo o estoque de madeira comercial para o próximo ciclo. A compactação do solo da floresta pelo trânsito de máquinas, reduz a infiltração de água e aumenta a erosão do solo, causando a obstrução e o assoreamento de corpos d'água. Estudos mostram que até 90% da erosão dos solos em áreas de manejo florestal se devem às estradas, pátios e trilhas de arrastes (DYKSTRA, 1997).

As operações de exploração são feitas sem planejamento e de forma desconexa, com constantes embates contra os fatores climáticos, de antemão conhecidos, mas sempre esquecidos. Isto resulta em dificuldades na retirada da madeira da floresta ainda no período de seca sendo agravada com o início do período de chuvas. Existe a necessidade do casamento do conceito geral a ser aplicado e os níveis corretos necessários de operação (HEINIMANN, 2000).

Os tratamentos silviculturais, que por sua vez, poderiam elevar o incremento médio anual em volume de madeira comercial, podendo reduzir o ciclo de corte (SILVA, 2001), são praticamente desconsiderados. Assim, o valor potencial da floresta no novo ciclo, ou seja, aquele que poderia obter devido aos tratamentos, não é estimado. Também é negligenciada a análise da viabilidade econômica da floresta em diferentes taxas de extração e ciclos. Neste caso, a taxa de extração anual, convém salientar, raras vezes é fundamentada na associação de dados sobre a estrutura da floresta e ritmo de crescimento das espécies com os aspectos econômicos (PUTZ, 1993).

Por outro lado, pouca importância tem sido dada ao controle dos custos de produção no manejo de florestas naturais, talvez por terem seu potencial de auxílio à gestão das florestas, desconhecido (MACKLIN, 1982). Esses controles, que são instantâneos da empresa, geralmente

são feitos no fim do ano, ou pós-exploração, quando não se pode mais corrigir os erros ocorridos no sistema. Assim, em muitas empresas, tratores de arraste passam mais tempo parados com problemas mecânicos do que efetivamente em operação. Isso se deve à preocupação apenas com os custos variáveis e ao esquecimento dos custos fixos (PUTZ et al., 2002). Inclua-se aí situações importantes de uma empresa como a necessidade de optar entre substituição ou manutenção de um equipamento, sem métodos efetivos de aferição (WAGNER, 1986).

O censo florestal tem sido exigido pelo IBAMA nos planos de manejo florestal que, segundo BRAZ (2002), apesar da exigência do órgão controlador, não é bem compreendido ou utilizado pelas empresas florestais que o consideram apenas uma formalidade burocrática. No entanto, esse inventário é fundamental para o planejamento da extração com o menor custo, pois todas as árvores potenciais e a sua situação do terreno se encontram mapeadas. Essa informação é usada, principalmente, no direcionamento da derruba das árvores, a fim de reduzir os danos da queda e da extração da tora. Essas informações têm um elevado custo de obtenção e devem ser melhores exploradas.

### **3. MODELO PROPOSTO PARA O MANEJO DAS FLORESTAS TROPICAIS**

O manejo das florestas tropicais deve ser concebido como um conjunto de atividades que visem a maximização da produtividade dos recursos florestais em seu todo, enfocando os aspectos ambientais e econômicos, agregando à produção florestal os fatores sociais. Além disso, o volume madeireiro de um povoamento nativo varia em função da capacidade produtiva do solo e da distribuição irregular das espécies (HOSOKAWA, 1998). Por isso, é impossível esperar que uma divisão da área em partes iguais vá corresponder à divisão do volume também em partes iguais. Portanto, em cada ano pode-se relacionar as produções volumétricas ou concentrações de espécies em função da área. Assim, os sítios de alta produtividade devem ter áreas menores e os de baixa, áreas maiores. Isto significa a necessidade de um melhor planejamento anual visando rendas mais homogêneas (HOWARD, 1993). Deve-se determinar a distribuição das espécies de árvores na floresta, e localizar áreas com diferentes classes de sítio (microsítios), área basal e

volume de madeira comercial. Essas informações associadas às dos atributos de solos e da rede de drenagem, permitirão intervenções precisas na floresta, específicas para cada microssítio. A possibilidade da aplicação de tratamentos precisos na floresta aumentará o incremento médio anual do volume de madeira comercial, possibilitando a redução do ciclo de corte, e melhorará a conservação do ambiente, facilitando a certificação da floresta.

Com os sítios bem definidos, pode-se planejar uma malha otimizada de estradas e de trilhas de arrastes e/ou o uso de equipamentos adequados, assim como a aplicação de tratamentos silviculturais para cada microssítio, inclusive a não intervenção, minimizando os danos ambientais e os custos de exploração florestal.

O conceito aqui aplicado será o de Manejo de Precisão, o qual se refere fundamentalmente ao abordado por RIBEIRO (2002), que é o manejo de sítios específicos, alicerçado no conhecimento *a priori* e na inclusão da variabilidade espacial e temporal dos fatores de produção e da própria produtividade, possibilitando intervenções localizadas na floresta. Visa o alcance do máximo rendimento (maximizando retornos financeiros), associado à busca do menor dano ambiental (RIBEIRO, 2002).

#### **4. PASSOS A SEREM CONSIDERADOS**

##### **Passo 1. Levantamento de informações sobre os meios físico e biótico da área de floresta a ser manejada**

Inicialmente, as imagens de satélite da área serão fotointerpretadas segundo os temas: vegetação, declividade e relevo, solos e hidrografia. Serão gerados mapas de cada tema com base em informações da imagem e de campo. Os dados coletados no talhão consistirão em: censo florestal e caracterização dos solos, da geomorfologia e da hidrografia. Estas informações serão georreferenciadas, para melhor compreensão das variáveis espaciais.

##### **Passo 2. Análise da estrutura da floresta, solo e relevo**

As informações serão analisadas e os parâmetros da estrutura horizontal e vertical da floresta estimados, incluindo a regeneração natural. A composição será analisada observando-se a distribuição, diversidade e participação das famílias, gêneros e espécies na floresta e em cada sítio.

O volume total e comercial das árvores será estimado, sendo geradas relações alométricas. O valor da floresta será determinado segundo grupos de espécies comerciais, de acordo com valores de comercialização em diferentes mercados. Serão também avaliadas as condições de solo e relevo.

### **Passo 3. Definição de sítios homogêneos da vegetação**

Ferramentas de estatística multivariada, como análise de agrupamentos, serão aplicadas na definição de superfícies homogêneas (sítios) da floresta (OLIVEIRA, 2001). Nesses sítios serão coletadas amostras de solo, avaliada a declividade do terreno e a estrutura da floresta com DAP < 30 cm.

A partir dos dados analisados serão gerados mapas com os sítios definidos e as áreas de restrições e potencialidades para as operações de exploração florestal, tais como: ocorrência de cipós, bambus ou de espécies com algum tipo de restrição ou potencial, estoque de madeira, valor do estoque da floresta, transitabilidade ao longo do ano, adequação de equipamentos, afloramento de rochas e drenagem.

As informações de estrutura e do valor do estoque do sítio serão usadas na determinação na sua taxa anual de corte, a qual deverá considerar o valor das diferentes espécies ou grupo comercial e a minimização de dano ao povoamento remanescente (BRAZ, 1992). A taxa de extração anual será para cada sítio e deverá proporcionar sustentabilidade à floresta, ou seja, ser compatível com os incrementos previstos em pesquisas realizadas em eco-regiões semelhantes. Além disso, serão coletadas amostras das espécies mais importantes, para determinação do ritmo de crescimento, pelo estudo dos anéis de crescimento. A metodologia a ser utilizada será a descrita por MATTOS (1999). Essas informações geradas, em conjunto com as avaliações nas PP, retroalimentarão no médio prazo a adequação da taxa de extração e o ciclo ideal de corte previamente determinados.

### **Passo 4. Planejamento de tratamentos silviculturais**

As informações analisadas e os mapas gerados servirão de base para a recomendação e aplicação de tratamentos silviculturais necessários para cada sítio definido. Assim, poderão ser recomendados tratamentos silviculturais de favorecimento da regeneração natural e/ou de melhora-

mento da floresta, tais como os de liberação, refinamento e melhoramento, que estimulem o incremento médio anual das árvores das espécies comerciais e/ou funcionais. Serão determinados diferentes níveis de tratamento, de acordo com as espécies de interesse, potenciais ou funcionais, para cada sítio.

### **Passo 5. Compartimentalização ideal**

Também serão aplicadas técnicas de Pesquisa Operacional (PO), como a Programação por Metas (PM), para “forçar” a renda ao valor médio da floresta, facilitando a organização anual de novos talhões (BRAZ, 2001), tornando-os semelhantes do ponto de vista produtivo. A PM minimiza o desvio de múltiplas metas, ou objetivos, sujeitos a algumas restrições que são metas determinadas e outras são restrições físicas (DYKSTRA, 1984).

### **Passo 6. Planejamento da exploração**

#### **6.1 Informações básicas**

Com base nos estudos de tempo, movimento e racionalização do trabalho serão definidos índices operacionais e técnicos para o manejo florestal e silvicultura de precisão e indicadores para as normas padrão das empresas.

#### **6.2 Seleção do modelo**

A definição dos sistemas mais adequados, compostos durante o manejo e silvicultura de precisão, será com base na Análise de Sistemas. Assim, em muitos casos é possível eliminar um elo da cadeia de trabalho, diminuindo os custos finais (ANAYA e CHRISTIANSEN, 1986). A análise de modelos decomporá todo o sistema de manejo e silvicultura de precisão e suas possíveis variações para combinar aquelas opções mais viáveis do ponto de vista econômico. As variáveis ambientais serão valoradas para compor essa análise. Serão comparados métodos de avaliação do sistema como um todo (CAMPOS, 1992), considerando a eficiência das operações do ponto de vista econômico e ambiental.

#### **6.3 Operações**

As operações de derrubada e extração de árvores serão segundo as normas de exploração de impacto reduzido (EIR). No planejamento da extração serão considerados: os sítios definidos; o estoque de madeira e seu valor; os equipamentos, seu rendimento e a carga ideal; equilíbrio

entre pessoal e equipamento; equilíbrio entre densidade de estradas secundárias e distância ideal de arraste; rede ideal de estradas; e os custos (BECKER, 1994; BRAZ, 1997). Além do ponto de equilíbrio entre densidade de estradas secundárias e distância ideal de arraste, visando a distribuição ótima da rede de estradas, serão utilizados critérios de Pesquisa Operacional para determinação do caminho mais curto da estrada, compatibilizando critérios de redução de custo e de impactos ambientais.

### **Passo 7. Monitoramento do manejo florestal e silvicultura de precisão**

#### **7.1 Regeneração**

As avaliações serão realizadas na floresta como um todo e nas parcelas permanentes (PP), que serão distribuídas em cada sítio e fornecerão informações sobre a dinâmica florestal (crescimento, ingresso, mortalidade e composição florística) nas áreas de floresta manejadas. Além disso, os danos causados pela exploração serão analisados em comparação com a floresta não perturbada. A metodologia utilizada será com base em d'OLIVEIRA e BRAZ (1998).

#### **7.2 Danos**

As avaliações individuais de danos serão nas clareiras de abate, trilhas de arraste, pátios e estradas e será adaptada de JOHNS et al. (1998).

#### **7.3 Viabilidade**

A maior parte das decisões das atividades do manejo são de investimento devido ao longo processo de produção, ou vida útil dos bens (LEUSCHNER, 1992). A viabilidade econômica do sistema proposto deve ser avaliada e comparada com o praticado por empresas, em cenários com diferentes taxas de desconto. Deve ser construída a matriz de custos e receitas do manejo florestal e da silvicultura de precisão para comparação com a do sistema usual. Para isso serão considerados indicadores econômicos, tais como: taxa interna de retorno (TIR), análise de sensibilidade, período de recuperação de capital e relação benefício/custo.

### **Passo 8. Modelagem do sistema desenvolvido**

Para maior facilidade, será definido um sistema de modelagem. Esse sistema integrado otimizador dará maior flexibilidade de procedimento de escolha e decisão, a qual será satisfeita nas diferentes situações dos variados locais e regiões (ZHANGREN, 2000).

## 5. CONCLUSÃO

A possibilidade da aplicação de tratamentos precisos na floresta aumentará o incremento médio anual do volume de madeira comercial, possibilitando a redução do ciclo de corte, e melhorará a conservação do ambiente, facilitando a certificação da floresta.

A redução dos custos de exploração florestal e o aumento da produtividade estimularão outros produtores ao manejo florestal, diminuindo a taxa de desmatamento na Amazônia Meridional e prevenindo suas conseqüências.

A otimização de talhões facilitará a garantia da empresa, de um fluxo anual constante.

O sistema proposto tornará a atividade de manejo florestal mais sustentável, reduzindo a pressão sobre outras áreas de florestas primárias e o deslocamento da infra-estrutura industrial para novos pólos florestais.

Do ponto de vista da pesquisa, estimulará o desenvolvimento de novas formas de avaliação quantitativa e qualitativa das florestas, possibilitando o desenvolvimento de novos critérios de compartimentalização ou talhonamento. Estimulará, também, o desenvolvimento de modelos matemáticos (adaptados aos novos modelos de sítios ou de sua combinação) que facilitarão o diagnóstico rápido do potencial madeireiro, otimizando a produção florestal, dentro de critérios sustentáveis, e possibilitando fluxos constantes de madeira, de acordo com as necessidades de mercado e renda.

O manejo florestal e silvicultura de precisão estimularão as empresas a utilizarem e divulgarem ferramentas simples que facilitarão o planejamento e a tomada de decisões.

Permitirá dar um salto de qualidade no manejo florestal e na silvicultura tropical, criando novos critérios para a colheita florestal de impacto reduzido, que passará a considerar as características de cada sítio.

Estimulará a internalização do controle de custos e da produção nas empresas florestais, aumentando a eficiência e aproximando das condições de certificação.

Aumentará o debate e massa crítica sobre a gestão dos recursos das florestas naturais.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAYA, H.; CHRISTIANSEN, P. E. **Apovechamiento forestal, análisis de apeo y transporte**. San José, Costa Rica. IICA. 1986.

BECKER, G. Optimization of road network and transport systems: a pre-condition for improved organization and design of labour in forestry. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 8., 1994. Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba; UFPR/UPEF, 1994; p.111-115.

BRAZ, E.M. Main Constraints to forest management in tropical forest. In: Seminário Internacional sobre Florestas Tropicais, Forest'92, Rio de Janeiro, 1992. **Anais...**, Rio de Janeiro/RJ: Biosfera, 1992.

BRAZ, E.M. Planejamento das atividades de exploração florestal em floresta tropical úmida. In: Congresso Internacional de compensado e madeira tropical, II, Belém/PA, 20 a 23 de setembro de 1994. **Anais...**, Belém/PA, ABIMCI/AIMEX/FIEPA, 1994. p.139-144.

BRAZ, E.M. **Planejamento operacional da produção em floresta tropical**. Rio Branco/AC: Embrapa-CPAF/AC, 1997.p.17p. (Documentos, 25)

BRAZ, E.M.; d'Oliveira, M.V.N **Abate de árvores em floresta tropical**. Rio Branco/AC: EMBRAPA-CPAF/AC, 1997. (Circular Técnica, 16).

BRAZ, E.M. **Um modelo em programação linear para garantia do rendimento sustentado em pequena propriedade na floresta tropical**. Curitiba/PR: Universidade Federal do Paraná, 76 p. 2001. (Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais).

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/UFPEF, 2002.

BRAZ, E. M.; d'OLIVEIRA, M.V.N; GAMA E SILVA, Z. A. G. P Vantagens do inventário florestal prospectivo no planejamento do arraste mecanizado em exploração de florestas nativas. In: Simpósio Brasileiro sobre Colheita e Transporte Florestal, IV, Belo Horizonte/MG, 8-10 de julho de 2003. **Anais...**, Viçosa/MG: UFV/SIF, 2003. p.243-251.

CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da qualidade total**. Belo Horizonte/MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 1992. (5ª edição).

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).

DYKSTRA, D.P. Aproveitamento de impacto reduzido: convirtiendo resultados de la investigacion en practicas del campo. In: Simposio International: Possibilidades de Manejo Forestal Sostenible en America Tropical, Santa Cruz de la Sierra, julho de 1997. **Anais...** Santa Cruz de la Sierra: IUFRO, 1997. CD-Rom.

DYKSTRA, D.P. **Mathematical Programming for Natural Resource Management**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1984.

FAO **Logging and log transport in tropical high forest**. Roma: FAO, 1974. 90p. (Forestry Series, 5; Development Paper, 18).

HEINIMANN, H.R. Sustainable development – transferring the concept to the levels of tecnologia and operations. In: IUFRO World Congress, XXI, 7-12 August, 2000, Kuala Lumpur. **Anais...**, Kuala Lumpur: IUFRO, 2000. (CD-Room).

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

HOSOKAWA, R.T.; MOURA, J.B.; CUNHA, U. S. **Introdução ao Manejo e Economia de Florestas**. Curitiba/PR: Editora UFPR, 1998.

HOWARD, A.F. **A linear programming model for predicting the sustainable yield of timber from a community forest on the Osa Peninsula of Costa Rica**. In: Forest Ecology and management. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V., 1993. p.29-43.

JOHNS, J.S.; Barreto, P.; Uhl, C. **Os danos da exploração de madeira com e sem planejamento na Amazônia Oriental**. Belém/PA: IMAZON (Série Amazônia, 16).

LEUSCHNER, W.A. **Introduction to forest resource management**. Florida: Krieger Publishing Company Malabar, 1992.

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

MACKLIN, R.R. **The logging business management handbook**. San Francisco: Miller Freeman Publication, Inc. 1992.

MACHADO, C.C. **Planejamento e controle de custos na exploração florestal**. Viçosa/MG: Universidade Federal de Viçosa, 1984.

MATTOS, P. P. **Identificação de anéis anuais de crescimento e estimativa da idade e incremento anual em diâmetro de espécies nativas do pantanal da Nheconlândia-MS**. Tese (Doutorado). Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 1999. 116p.

OLIVEIRA, L.C. **Métodos multivariados de ordenação e classificação aplicados ao manejo de florestas tropicais**. Rio Branco/AC: Embrapa Acre, 2001.

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

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.

PUTZ, F.E. **Considerations of ecological foundation of natural forest management in the American Tropics**. Durham: Center for Tropical Conservation, Duke University, 1993.

PUTZ, F.E.; DYKSTRA, D.P.; HEINRICH, R. Why poor logging practices persist in the tropics. **Conservation Biology**, v.14, n.4, August, 2000, p. 951-956.

RIBEIRO, C. A. A. S. **Floresta de Precisão**. In: COLHEITA FLORESTAL. Editor: Carlos Cardoso Machado, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. p. 311-335. 2002.

---

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: Embrapa, 2000. (Documento 64).

SILVA, J.N.M. **Manejo florestal**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Informação Tecnologia. Brasília, DF. 3<sup>a</sup>. Edição. 2001. p. 43.

WAGNER, H.M. **Principles of Operational Research**. New York: Prentice-Hall, Inc.. 1986.

ZHANGREN, L. Harvesting system optimiser: an integrated window-based system for selection of timber harvesting system. In: Forests and Society: the role of research. **Anais... XXI IUFRO WORLD CONGRESS**. 2000. Kuala Lumpur.

