

**SIMULAÇÃO E COMPARAÇÃO ECONÔMICA DAS OPERAÇÕES  
DE REFORMA, ADENSAMENTO E INTERPLANTIO EM  
POVOAMENTOS DE EUCALIPTOS, COM UTILIZAÇÃO DO  
SISTEMA MANFLOR - UM ESTUDO DE CASO**

**ANTONIO JOAQUIM DE OLIVEIRA**

Duratex Florestal S/A. - Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento  
13200 - Jundiaí - SP

**LAÉRCIO COUTO**

UFV - Departamento de Engenharia Florestal  
36570 - Viçosa - MG

**ABSTRACT** - The MANFLOR SYSTEM is a computer package for simulation and economic comparison of the operations of re-establishment, density increase and interplanting in Eucalyptus stands. In this work, the system studies a hypothetical case based on real data of private forestry companies in Brazil, by means of the comparison of five alternatives of forest management.

**RESUMO** - O Sistema Computacional MANFLOR visa simular e comparar economicamente as operações de reforma, adensamento e interplântio em povoamentos de eucaliptos. Neste trabalho o sistema foi empregado em um estudo de caso hipotético, com dados reais fornecidos por empresas florestais do Estado de Minas Gerais, comparando cinco alternativas de manejo para uma floresta, após o primeiro corte.

### **INTRODUÇÃO**

Um dos problemas mais comuns, após a execução do primeiro ou segundo corte em plantações de eucaliptos submetidas ao regime de talhadia, é decidir qual será a alternativa mais viável para a futura condução do povoamento. Geralmente, a empresa é levada a decidir pela manutenção do povoamento, aproveitando a brotação das cepas remanescentes ou então, pela reforma do mesmo (SIMÕES et alii, 1981), tendo ainda opções de adensamento ou interplântio, visando a recuperação do potencial produtivo dos povoamentos. É de suma importância que essa escolha seja embasada em dados e informações técnicas e economicamente confiáveis, a fim de que a decisão do manejador florestal seja correta (BERGER, SIMÕES & LEITE, 1974). Dessa forma, seriam reduzidas ao mínimo as possibilidades de prejuízos financeiros para a empresa, em face do tamanho das áreas, da mão-de-obra e do capital envolvido nestas operações.

A reforma de um povoamento florestal consiste na substituição de talhões de potencial produtivo muito baixo por um novo povoamento originado do plantio de mudas (SIMÕES et alii, 1981).

As florestas, teoricamente, poderiam ser reformadas a qualquer momento, tanto no primeiro quanto no segundo ou terceiro corte. Na prática, o que se tem verificado normalmente é que as florestas são reformadas no primeiro ou segundo corte, com a idade

variando de sete a dez anos. Os povoamentos novos ou de baixa produtividade facilitam de certo modo a operação, que é feita segundo as normas convencionais de cada empresa.

O interplântio consiste no plantio feito após a exploração florestal, nas falhas feito após a exploração florestal, nas falhas de sobrevivência do povoamento (REZENDE, 1984). Esta prática, além de antecipar a introdução de material genético melhorado, existente por ocasião do corte, substitui a operação de reforma a custos bem mais baixos (REZENDE, 1984); podendo ser executada imediatamente após o corte ou após o início da regeneração (REZENDE, 1984).

MARTINI et alii (1984) mencionam que a intensidade de interplântio vai depender dos resultados de inventário e, a princípio, tecnicamente, não há um mínimo a ser interplântado, ficando tal variável na dependência da distribuição das falhas existentes. REZENDE (1980) assinala que, usualmente, a intensidade de interplântio tem sido de 30 a 60%.

FREITAS et alii (1979), depois de pesquisas realizadas no Estado de São Paulo, evidenciam a necessidade de uma análise econômica apurada para avaliar a viabilidade técnica dessa operação.

O adensamento consiste na modificação do espaçamento original pelo plantio de novas mudas, visando a um aumento na densidade (n<sup>o</sup> de plantas/ha) do povoamento florestal, mediante o plantio de novas mudas nas entrelinhas das cepas resultantes da exploração do eucalipto (SIMOES et alii, 1981). Esse adensamento do plantio pode provocar a recuperação da produtividade dos lotes.

Uma das preocupações constantes, em nível dos manejadores florestais, é determinar a que percentagem de sobrevivência é economicamente viável executar o adensamento ou então proceder a uma reforma completa.

RIBEIRO (1985) enfatiza que o adensamento, como qualquer outra prática de aumento e/ou manutenção da produtividade dos povoamentos de segunda terceira rotação, não deve ser generalizado: O estudo técnico e econômico das alternativas disponíveis, visando à execução das mesmas, deve ser previamente executado.

O processo de tomada de decisões, envolvendo o manejo florestal, é relativamente complexo, em razão, principalmente, da pluralidade de opções e do grande volume de dados relevantes. A simulação de diversas situações de manejo é uma alternativa para facilitar o processo de decisão (NEWMAN, 1975). O uso de computadores digitais é imprescindível para a execução de simulações, envolvendo grande número de variáveis e observações (MIZE & COX, 1968).

A partir da década de sessenta, inúmeros pesquisadores vêm executando trabalhos, no sentido de criar "software" para solucionar problemas de manejo florestal. Esses estudos quase sempre compreendem dois aspectos básicos: a simulação de alternativas de manejo e sua avaliação financeira, como; por exemplo, nos trabalhos de CHAPPELLE (1969), CARLSSON (1969) e THOMPSON et alii (1973).

A partir da década de setenta, com a expansão mundial de microcomputadores, vários modelos, utilizando simulação e critérios de avaliação financeira, foram elaborados ou adaptados para uso nesses equipamentos, ver por exemplo BURKHART & STRUBB (1974), MARTELL (1981) e HARPOLE & RENSI (1985).

Analisando o problema da tomada de decisão, com referência à condução de povoamentos de eucaliptos, OLIVEIRA (1986) desenvolveu um sistema computacional para simular e comparar economicamente as operações de reforma, adensamento e interplântio, neste tipo de floresta, denominado "SISTEMA MANFLOR".

Este sistema, desenvolvido em um microcomputador HP-9845B da Hewlett-Packard e posteriormente adaptado para a linha 1-7000 PCxt da Itautec, compõe-se de seis programas interdependentes, que permitem a simulação e comparação econômica destas alternativas, fornecendo ao manejo! Florestal maior segurança no processo de decisão.

Realizar um estudo de caso hipotético, com dados reais, fornecidos por empresas que atuam na região do cerrado de Minas Gerais, utilizando o "SISTEMA MANFLOR", a fim de testar sua eficiência, é o objetivo deste trabalho.

## **ESTUDO DE CASO**

Uma empresa florestal possui na região do cerrado, no Norte de Minas Gerais, uma grande área plantada com eucalipto e manejada no regime de talhadia e minirrotações, sendo adotado o ciclo normal de corte de quinze anos, com três rotações de cinco anos cada. Nessa área, os povoamentos se encontravam com cinco anos, portanto na idade de receber a primeira exploração. O espaçamento era de 3 x 2 m.

Os engenheiros responsáveis pelo manejo florestal estimaram, com base em dados de inventário, que os talhões, de acordo com as condições atuais, apresentariam uma produção média da ordem de 50 m' por hectare. Esse nível produtivo era considerado muito baixo para os objetivos da empresa na região.

Como esse nível de produção, no primeiro corte, poderia comprometer as metas estabelecidas para a segunda e terceira rotação, a empresa houve por bem considerar a hipótese de intervir no povoamento, a fim de garantir o re-estabelecimento da produção normal nos cortes seguintes.

Os manejadores verificaram a existência de cinco possíveis opções de manejo para a área em questão, na segunda rotação, logo após o primeiro corte, a saber :

- A. Adensamento;
- B. Interplantio;
- C. Reforma com uso de "GRADE BEDDING";
- D. Reforma com uso de "ARADO REFORMADOR";
- E. Não intervenção no povoamento e condução normal da brotação.

Para cumprir o cronograma de cortes e plantios da empresa, considerou-se que, qualquer que fosse a opção adotada, somente seriam executados os dois cortes restantes do ciclo normal.

Os pesquisadores, por meio de funções de produção baseadas no índice de sítio, número de plantas por hectare e outros fatores relevantes, lograram estabelecer uma estimativa, considerada segura, para a produção do segundo e terceiro corte, para cada alternativa de manejo considerada conforme o Quadro 1.

**Quadro 1 - Nível Básico de Produtividade Considerado para o Povoamento em Três Rotações, para Cinco Opções de Manejo.**

| <b>Opção de Manejo</b> | <b>1ª Rotação (Prod. Real) m<sup>3</sup>/ha</b> | <b>2ª Rotação (Prod. Real) m<sup>3</sup>/ha</b> | <b>3ª Rotação (Prod. Real) m<sup>3</sup>/ha</b> |
|------------------------|---|---|---|
| A                      | 50,0  | 90,0  | 81,0  |
| B                      | 50,0  | 75,0  | 65,5  |
| C                      | 50,0  | 100,0   | 90,0  |
| D                      | 50,0  | 98,5  | 88,6  |
| E                      | 50,0  | 45,0  | 40,0  |

Considerando-se a urgência da solução e o montante dos investimentos necessários, optou-se pela utilização do SISTEMA MANFLOR, a fim de verificar qual seria a opção mais viável, economicamente, para o manejo da área.

As várias matrizes de simulação formadas pelas operações e custos operacionais, em cada ciclo de corte, para cada opção de manejo, foram agrupadas em matrizes referentes aos quinze anos de manejo do povoamento, por meio a manipulação do pacote computacional. Admitiu-se um percentual de 30% dos custos operacionais a título de encargos administrativos, segundo dados médios para empresas de grande porte.

A fim de que as análises econômicas feitas pelo programa "ANECON" fossem corretamente embasadas, foi necessário considerar as seguintes pressuposições:

- todas as variações relativas aos preços de insumos e produtos, ao longo do tempo, foram cobertas pelas variações nos valores das OTN's;
- as tecnologias de plantio e manutenção permaneceram constantes ao longo do horizonte de tempo considerado;
- as taxas de desconto escolhidas se mantiveram inalteradas ao longo de todo o horizonte de dados.

Devido a padrões contábeis da referida empresa, foram feitas as seguintes ressalvas:

- o custo da terra não foi considerado nos cálculos, pois seria o mesmo para todas as opções de manejo;
- não foram considerados os custos de exploração, sendo a unidade de produção o m<sup>3</sup> de madeira em pé.

Desejando ampliar a abrangência da análise econômica e sua precisão, procedeu-se à execução de uma análise de sensibilidade, envolvendo dois parâmetros extremamente importantes no processo de decisão: as taxas de juros consideradas e os níveis de produtividade estimados.

Foram estabelecidos, por estimativa, dois outros níveis de produtividade(2 e 3) , a partir do nível básico (1). Esses níveis foram determinados pela empresa, visando abranger uma faixa de aumento e redução de 10% na produção em relação ao nível original. Os valores obtidos podem ser vistos no Quadro 2. Esses níveis de produção foram analisados, individualmente, considerando três taxas de desconto distintas: 6, 9 e 12% ao ano.

**Quadro 2 - Níveis de Produção Real e Estimado para o Povoamento em Cada Opção de Manejo**

| Níveis de Produção<br>Opção de Manejo | 1          |                      |            | 2          |                          |            | 3          |                          |            |
|---------------------------------------|------------|----------------------|------------|------------|--------------------------|------------|------------|--------------------------|------------|
|                                       | 1ª Rotação | 2ª Rotação<br>(Real) | 3ª Rotação | 1ª Rotação | 2ª Rotação<br>(Estimado) | 3ª Rotação | 1ª Rotação | 2ª Rotação<br>(Estimado) | 3ª Rotação |
| A                                     | 50,0       | 90,0                 | 81,0       | 50,0       | 99,0                     | 89,1       | 50,0       | 81,0                     | 72,9       |
| B                                     | 50,0       | 75,0                 | 67,5       | 50,0       | 82,5                     | 74,2       | 50,0       | 67,5                     | 60,7       |
| C                                     | 50,0       | 100,0                | 90,0       | 50,0       | 110,0                    | 99,0       | 50,0       | 90,0                     | 81,0       |
| D                                     | 50,0       | 98,5                 | 88,6       | 50,0       | 108,0                    | 97,2       | 50,0       | 88,6                     | 79,7       |
| E                                     | 50,0       | 45,0                 | 40,0       | 50,0       | 49,5                     | 44,3       | 50,0       | 40,5                     | 36,5       |

### RESULTADOS E DISCUSSOES

Os resultados econômicos obtidos na análise de cada opção de manejo, são reproduzidos no Quadro 3.

Ao considerar uma taxa de desconto de 6% ao ano, verificou-se que os três critérios eram coerentes entre si, pois todos afirmaram, como melhor opção econômica, a implantação do adensamento logo após a primeira exploração (Opção A). Esse mesmo resultado foi obtido para as taxas de 9 e 12%, sendo igualmente válido para os três níveis de produção admitidos na análise.

Para o nível 1 de produção, considerado como básico, tem-se que, à taxa de 6% ao ano, somente as opções A, D e E, adensamento, reforma com arado reformador e condução de brotação, respectivamente, foram economicamente justificáveis pelo critério do Valor Presente Líquido.

Para as taxas de 9 e 12% ao ano, somente o adensamento seria economicamente viável, segundo o mesmo critério.

Ao considerar o nível de produção inferior (3), notou-se que, à taxa de 6% ao ano, o critério do Valor Presente Líquido apontou, como economicamente justificáveis, apenas as opções A e E para o manejo dos povoamentos. Para 9% ao ano, só mesmo o adensamento seria economicamente viável e, a 12% ao ano, todas as opções acarretariam prejuízos para a empresa que, então deveria escolher a alternativa que minimizasse esse retorno negativo.

Admitindo um nível de produção superior (2) e considerando a taxa de 6% ao ano, tem-se que somente as opções B e C, interplântio e reforma com "grade bedding", respectivamente, não se justificariam, segundo o critério do Valor Presente Líquido, e o manejador, com três opções viáveis a sua escolha, indicaria, certamente, a que maximiza os retornos, ou seja, a alternativa A. À taxa de 9%, seriam viáveis as alternativas A e E e, à 12% ao ano, mostrando coerência nos resultados, esse critério só consideraria viável a opção A.

É vital ressaltar que, em todas as situações testadas, os critérios da Taxa Interna de Retorno e do Custo de Produção Atualizados confirmariam plenamente a interpretação do Valor Presente Líquido, evidenciando a coerência dos resultados e validando a escolha desses critérios.

Após uma rápida análise dos resultados obtidos com o uso do SISTEMA MANFLOR, os manejadores teriam segurança em indicar o adensamento, como a melhor opção de manejo para a área em estudo, dentro das condições estipuladas.

De acordo com os resultados alcançados, o sistema apresentou grande eficácia na simulação e na comparação econômica das operações de reforma, adensamento e interplântio, em povoamentos de eucaliptos, manejados para rotações curtas.

Nos moldes em que se encontra atualmente, o SISTEMA MANFLOR é uma ferramenta valiosa nas tomadas de decisões referentes ao manejo de florestas de eucaliptos, sendo igualmente útil em estudos de planejamento florestal.

**Quadro 2 - Níveis de Produção Real e Estimado para o Povoamento em Cada Opção de Manejo**

| Níveis de Produtividade<br>Opção de Manejo | Taxas de Juros | 1          |                   |            | 2          |                       |            | 3          |                       |            |
|--|----------------|------------|-------------------|------------|------------|-----------------------|------------|------------|-----------------------|------------|
|  |                | 1ª Rotação | 2ª Rotação (Real) | 3ª Rotação | 1ª Rotação | 2ª Rotação (Estimado) | 3ª Rotação | 1ª Rotação | 2ª Rotação (Estimado) | 3ª Rotação |
| A  | 6              | 31,56      | 0,74              | 11,17      | 39,96      | 0,69                  | 12,23      | 23,15      | 0,79                  | 10,90      |
|  | 9              | 10,75      | 0,88              | 11,17      | 17,31      | 0,82                  | 12,23      | 5,26       | 0,93                  | 10,00      |
|  | 12             | 7,83       | 0,89              | 11,17      | 1,00       | 0,98                  | 12,23      | -7,74      | 1,11                  | 10,00      |
| B  | 6              | -14,41     | 1,13              | 3,57       | -7,43      | 2,06                  | 4,80       | -21,44     | 1,21                  | 2,20       |
|  | 9              | -26,06     | 1,31              | 3,57       | -21,05     | 1,24                  | 4,80       | -31,10     | 1,40                  | 2,20       |
|  | 12             | -33,22     | 1,51              | 3,57       | -29,58     | 1,43                  | 4,80       | -36,88     | 1,60                  | 2,20       |
| C  | 6              | -25,75     | 1,19              | 2,55       | -16,41     | 1,11                  | 3,89       | -35,09     | 1,28                  | 1,07       |
|  | 9              | -38,39     | 1,38              | 2,55       | -31,70     | 1,29                  | 3,89       | -45,09     | 1,48                  | 1,07       |
|  | 12             | -45,55     | 1,59              | 2,55       | -40,68     | 1,49                  | 3,89       | -50,41     | 1,69                  | 1,07       |
| D  | 6              | 2,48       | 0,98              | 6,36       | -11,38     | 0,91                  | 7,58       | -6,75      | 1,05                  | 4,96       |
|  | 9              | -14,54     | 1,14              | 6,36       | -8,17      | 1,07                  | 7,58       | -21,17     | 1,23                  | 4,96       |
|  | 12             | -25,34     | 1,33              | 6,36       | -20,71     | 1,25                  | 7,58       | -30,15     | 1,42                  | 4,96       |
| E  | 6              | 10,99      | 0,86              | 8,64       | 15,30      | 0,81                  | 9,50       | 7,02       | 0,90                  | 7,76       |
|  | 9              | -1,23      | 1,01              | 8,64       | 1,84       | 0,97                  | 9,50       | -4,09      | 1,06                  | 7,76       |
|  | 12             | -9,86      | 1,19              | 8,64       | -7,63      | 1,14                  | 9,50       | -11,95     | 1,24                  | 7,76       |

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERGER,R., SIMÕES,J.W. & LEITE,N.B. Método para avaliar economicamente a reforma de povoamentos de **Eucalyptus** spp. **IPEF**, Piracicaba, (8): 55- 62, 1974.
- BURKHART, H.E. & STRUBB, M.R. A model for simulation of planted loblolly pine stands. In: **Growth models for tree and stand simulation**. Stockholm, Royal College of Forestry, 1974, p.128-35.
- CARSSON, B. Computerized planning. **Canadian Forest Industries**, Don Mills, 89(3): 49-55, mar.1959.
- CHAPELLE, D.E. A computer program for evaluating forestry opportunities under three investment criteria. **USDA Forest Service PNW Research Paper**, Portland, (78): 1-64, 1969.
- FREITAS, M. et alii. O interplântio como alternativa para rotações sucessivas em **Eucalyptus** spp. **IPEF**, Piracicaba, (19): 1-16, dez. 1979.
- HARPOLE, G.B. & RENSI,G.A. A computer program for analysis of fuelwood harvesting costs. **USDA Forest Service FPL General Technical Report**, Madison, (46): 1-19, 1985.
- MARTELL, D.L. Implementing computer technology in forest fire management. In: SYMPOSIUM COMPUTER MODELING: it's application in fire management. Salt Lake City, 1981. **Proceedings**. Salt Lake City, 1981.
- MARTINI,S.L., BORSSATO,I. & SIMOES,J.W. Estudo da viabilidade do interplântio em povoamento de **Eucalyptus grandis** em segunda rotação. **IPEF**, Piracicaba, (28): 45-56, 1984.
- MIZE, J.H. & COX,J.C. **Essentials of simulation**. Englewood Clift. Prentice-Hall. 1968. 234p.
- NEWMAN, L.C. Simulation and the logging manager. **PULP & PAPER CANADA**, Quebec, 76(12): 195-10, dez.1975.
- OLIVEIRA, A.J. Desenvolvimento de um sistema computacional para simular e comparar economicamente as operações de reforma, adensamento e interplântio em povoamentos de eucaliptos. Viçosa, 1986, 62p. (Tese-Mestrado-UFV).
- REZENDE,G.C. **Interplântio em maciços florestais da Cia. Agrícola e Florestal Santa Bárbara**. Belo Horizonte, CAF, 1984. 13p.
- REZENDE,S.F. & MENDES,C.J. **Regeneração dos maciços florestais da Cia. Agrícola e Florestal Santa Bárbara**. Belo Horizonte, CAF, 1980. 20p.(Relatório interno).



RIBEIRO, F.A. Evolução das pesquisas e metodologia aplicada em áreas de adensamento. In: ENCONTRO TÉCNICO FLORESTAL DAS EMPRESAS QUE ATUAM NO CERRADO, 1. Pirapora, 1985. **Anais**, Pirapora, 1985.

SIMÕES, J.W. **Formação, manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento**. Brasília, IBDF, 1981, 131 p.

THOMPSON, E.F. et alii. **Economic guidelines for loblolly pine management in Virginia**. Blacksburg. Division of Forestry and Wildlife Resources. 1973. 54p. (Publication FWS-4-73).

# **Um nome se faz com um bom papel e muita fibra.**

*A Cia. Suzano de Papel e Celulose é a maior fabricante integrada de celulose de fibra curta, papel e cartão do País, parte do 12.º grupo econômico privado nacional.*

*Sempre se dedicando à pesquisa, com a finalidade de desenvolver recursos naturais de origem nacional e visando a melhoria da qualidade de seus produtos, a Cia. Suzano foi a pioneira mundial a utilizar, em escala industrial, 100% de celulose de eucalipto na produção de papel.*

*Além da celulose, a Cia. Suzano produz uma grande variedade de papéis de alta qualidade para impressão e escrita, cartões para embalagens, papéis couché e industriais, exportando-os para mais de 40 países, em cinco continentes.*

*Hoje, o nome da Cia. Suzano é sinônimo da qualidade de seus produtos.*



**Cia. Suzano de Papel e Celulose**