

# SisAraucaria: SOFTWARE PARA O MANEJO DE PLANTAÇÕES DE ARAUCÁRIA

**Edilson Batista de Oliveira**

Embrapa-Florestas, Estrada da Ribeira, km 111, 83411-000, Colombo-PR.  
edilson@cnpf.embrapa.br

**Luiz Gastão Bernett**

Klabin S.A., Faz. Monte Alegre – Lagoa. 84.279-000 – Telêmaco Borba, PR  
gastao@klabinpr.com.br

## Resumo

O SisAraucária é um simulador de crescimento e produção de plantações de *Araucaria angustifolia*. O software tem por objetivo principal a maximização da produção e renda de plantações de Araucária. Ele constitui uma alternativa ecologicamente adequada para os produtores agregarem renda, pois trabalha com a utilização da própria araucária, em seu habitat natural, como floresta para produção de madeira. Ele foi desenvolvido com dados de medições de até 60 anos de árvores de araucária das plantações da empresa Klabin S.A.. O método estatístico utilizado no simulador é baseado nas distribuições SB e SB bivariada (SBB) que descrevem, respectivamente, a distribuição marginal das variáveis diâmetro e altura de árvores de um povoamento em diferentes idades e a distribuição conjunta destas variáveis. Neste trabalho são apresentados detalhes da base matemática do simulador e das principais telas para entrada de dados e geração de resultados.

Palavras-chave: manejo de florestas, distribuição probabilística, simulação.

## Abstract

The SisAraucaria is a growth and yield simulator for *Araucaria angustifolia* plantation. Its principal objective is to increment the production and profit maximization of araucaria planting. The system is a correct ecological alternative in order to farmers increase profit with Araucaria timber production in its natural habitat. It was developed with measurements data of araucarias aged up to 60 years old, from forests belonging to Klabin S.A. Company. The statistical methods used were based on SB e SB bivariate (SBB) distributions to describe the marginal distribution of diameter and height of trees stands in different ages and the joint distribution of both variables. This paper presents details of the mathematical approach used in the simulator and the main screens for data feeding and output analysis as well.

Key-words: Forest management, probability distribution, simulation.

## 1. Introdução.

A *Araucaria angustifolia*, popularmente conhecida como Pinheiro-do-Paraná ou araucária, vem sendo dizimada ao longo dos anos. Estima-se que sua ocorrência atual resume-se a menos de 1% do que existia originalmente.

Medidas para recuperação da araucária vêm sendo adotadas por órgãos governamentais, como as portarias 507/02 e 508/02 do Ministério do Meio Ambiente, que visam delimitar regiões prioritárias para criação de UCs- Unidades de Conservação para o Ecossistema das Araucárias. Estas medidas mostram a importância do meio científico fornecer alternativas ecologicamente adequadas e economicamente viáveis, tanto para o produtor rural agregar renda como para os grandes empresários geradores de empregos. A tecnologia mais segura é a utilização da própria araucária em seu habitat natural, como floresta para produção de madeira.

Segundo Carvalho (2001), a araucária ocorre naturalmente em todos os estados do Sul e Sudeste do Brasil. Chega a atingir 50 m de altura e 250 cm de diâmetro. Sua madeira tem muitos usos e as sementes, conhecidas como pinhões, é fonte de alimento e renda, sendo produzidas a partir dos dez anos de idade do plantio. Em termos de produção, em solos ruins, pinus e eucalipto são bem superiores. Em solos melhores ela fica competitiva com estas espécies, atingindo incremento anual próximo a 30 m<sup>3</sup>/ha.

A araucária é tradicionalmente bem aceita pelos produtores rurais. Além da madeira, tem o pinhão como renda adicional e, até o terceiro ano, pode ser consorciada com culturas agrícolas como milho, feijão, arroz e aveia. A Araucária pode valorizar a propriedade.

No manejo de plantações de araucária podem ser realizados desbastes sistemáticos e/ou seletivos, como preconizados para outras espécies florestais. A definição de quando e como desbastar, e quando efetuar o corte final, dependerá principalmente da qualidade do sítio, espaçamento adotado, finalidade da produção e, principalmente, a necessidade do produtor obter renda ou matéria prima.

Neste trabalho são apresentados detalhes de um simulador de crescimento e produção de plantações de Araucária, denominado SisAraucaria. O software foi desenvolvido pela Embrapa Florestas com o apoio da empresa KLABIN S.A., que possuía dados de mensurações de suas plantações de araucária implantadas desde 1949.

Estas medições possibilitaram o desenvolvimento do simulador de manejo para a espécie, cujo principal objetivo é a maximização da produção e renda das plantações de Araucária. O software vinha sendo solicitado por empresas, mas principalmente por órgãos que dão assistência técnica aos produtores rurais, como Emater, Cooperativas, Secretarias Municipais, Sindicatos e Associações, para auxiliar na implementação de ações de incentivo ao refloretamento com Araucária.

## 2. Material e Métodos

O sistema foi desenvolvido com a linguagem de programação DELPHI. Foi possível aproveitar várias rotinas de programação e a experiência de dois softwares desenvolvidos anteriormente, o SisPinus e o SisEucalipto, ambos amplamente utilizados no Brasil e exportados para diversos países.

O método estatístico utilizado no simulador foi a projeção ano a ano dos parâmetros das distribuições SB e SB bivariada (SBB) (HAFLEY e SCHEREUDER, 1977) e (SCHEREUDER e HAFLEY 1977). A distribuição SB descreve a distribuição marginal das variáveis diâmetro e altura de árvores de um povoamento em diferentes idades e a SBB descreve a distribuição conjunta destas variáveis

Os dados fornecidos pela Klabin possibilitaram estimar os parâmetros da distribuição, nas diferentes condições de solos, idade, espaçamento entre árvores.

A função de distribuição SB, conforme apresentado por OLIVEIRA(1995), é expressa como se segue:

$$f(x) = \frac{\delta\lambda}{\sqrt{2\pi}(x-\xi)(\xi+\lambda-x)} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\gamma + \delta \ln\left(\frac{(x-\xi)}{(\xi+\lambda-x)}\right)\right]^2\right\},$$

Sendo que os parâmetros  $\xi$  e  $\lambda$  representam, respectivamente, o menor limite da distribuição e a amplitude de variação de  $x$ . Os parâmetros  $\gamma$  e  $\delta$  são estimados por expressões matemáticas, entretanto relacionam-se ao desvio padrão e a moda de cada povoamento florestal.

A construção da distribuição SBB é baseada na distribuição SB, juntamente com a distribuição Normal bivariada.

Considerando-se  $D$  e  $H$  o DAP e a altura total das árvores, respectivamente, tem-se:

$$z_D = \gamma_D + \delta_D \ln\left(\frac{x_D - \xi_D}{\lambda_D + \xi_D - x_D}\right) \quad e \quad z_H = \gamma_H + \delta_H \ln\left(\frac{x_H - \xi_H}{\lambda_H + \xi_H - x_H}\right)$$

em que  $z_D$  e  $z_H$  têm distribuição Normal bivariada com correlação  $\rho$ .

$$f(z_D, z_H) = \left[2\pi(1-\rho^2)^{1/2}\right]^{-1} \exp\left[-\frac{1}{2}(1-\rho^2)^{-1}(z_D^2 - 2\rho z_D z_H + z_H^2)\right],$$

Para a elaboração do modelo de crescimento e produção, as estimativas dos parâmetros foram associadas através de funções ao número de árvores por

hectare (S) e à altura dominante (HD) ou idade do povoamento, utilizando-se o modelo de Richards(1959), em que:

$$\text{Parâmetro de interesse} = f_1(S)\{1 - \exp[-H_D f_2(S)]\}^{f_3(S)}$$

### 3. Resultados e discussão

O software gerado fornece tabelas de crescimento e produção e tabelas de produção por classes de diâmetros à altura do peito para as árvores colhidas nos desbastes e no corte final.

As tabelas de crescimento e produção são apresentadas a partir da idade de um inventário realizado, ou a partir do plantio, até a idade de corte final. Estas tabelas apresentam, ano a ano e por hectare, os resultados de altura dominante, número de árvores, médias do diâmetro à altura do peito e da altura total, área basal, volume total e incrementos anuais corrente e periódico.

O SisAraucária auxilia as tomadas de decisões sobre quando, quanto e como desbastar, e quando fazer o corte final. Indica o crescimento e produção da floresta, a produção por classes de diâmetro e o sortimento da madeira

As tabelas de produção dos desbastes e do corte final apresentam sortimento de madeira para múltiplos usos, com volumes de toras separadas por dimensões indicadas pelo usuário.

O usuário pode identificar o tipo de desbaste mais adequado para a floresta, a época e intensidade ideais para sua realização e a idade ideal para o corte final. Pode também avaliar o estoque de madeira disponível no presente e a cada ano futuro, fazendo previsões sobre a disponibilidade para vendas e abastecimento de fábricas.

A seguir, será apresentado um exemplo de simulação para um povoamento com 6 anos de idade, tendo 1500 árvores por hectare com 7 metros de altura média e 17 metros de índice de sítio, definido pela altura dominante projetada para os 15 anos de idade. O valor de 17 metros pode ser considerado como sítio médio para os locais de onde os dados para construção do simulador foram obtidos. O inventário realizado apresentou 69,5 m<sup>3</sup> de volume total, que significa 11,5 m<sup>3</sup> de incremento médio anual. Será considerado a idade de 25 anos para corte final e dois desbastes seletivos realizados, aos 8 anos e 15 anos, deixando como remanescentes 800 e 300 árvores respectivamente.

Nas Figura 1 a 4, geradas pelo SisAraucaria, são apresentados detalhes do sistema e os resultados gerados a partir do exemplo utilizado.

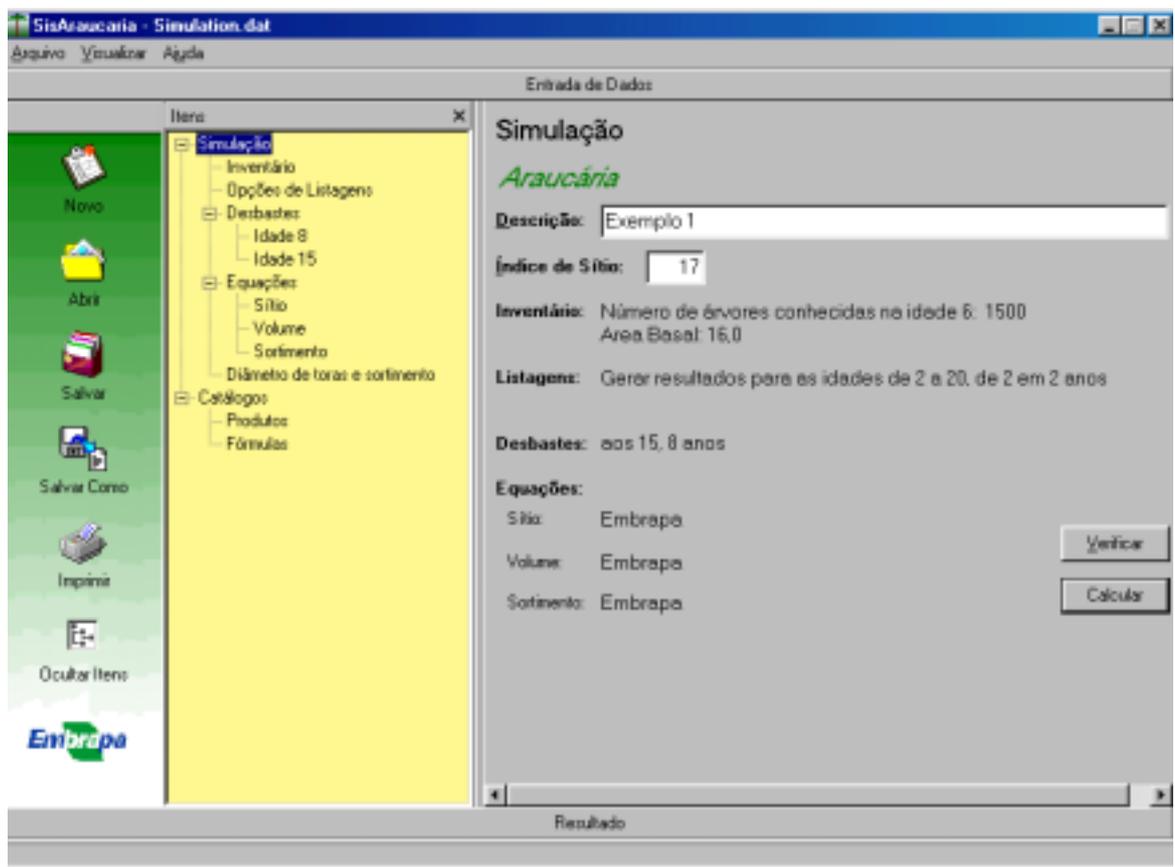


Figura 1. Primeira tela do SisAraucaria, com detalhes da simulação solicitada.

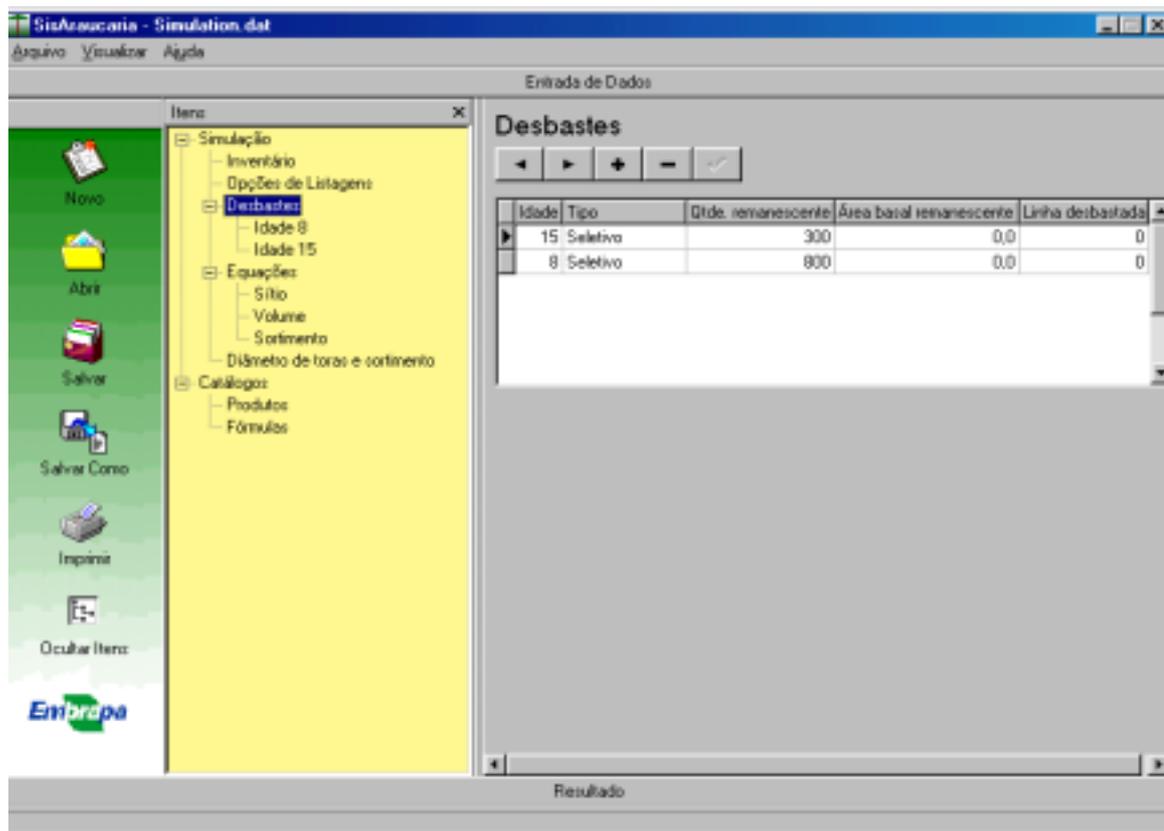


Figura 2. Tela do SisAraucaria, com detalhes dos desbastes pretendidos.

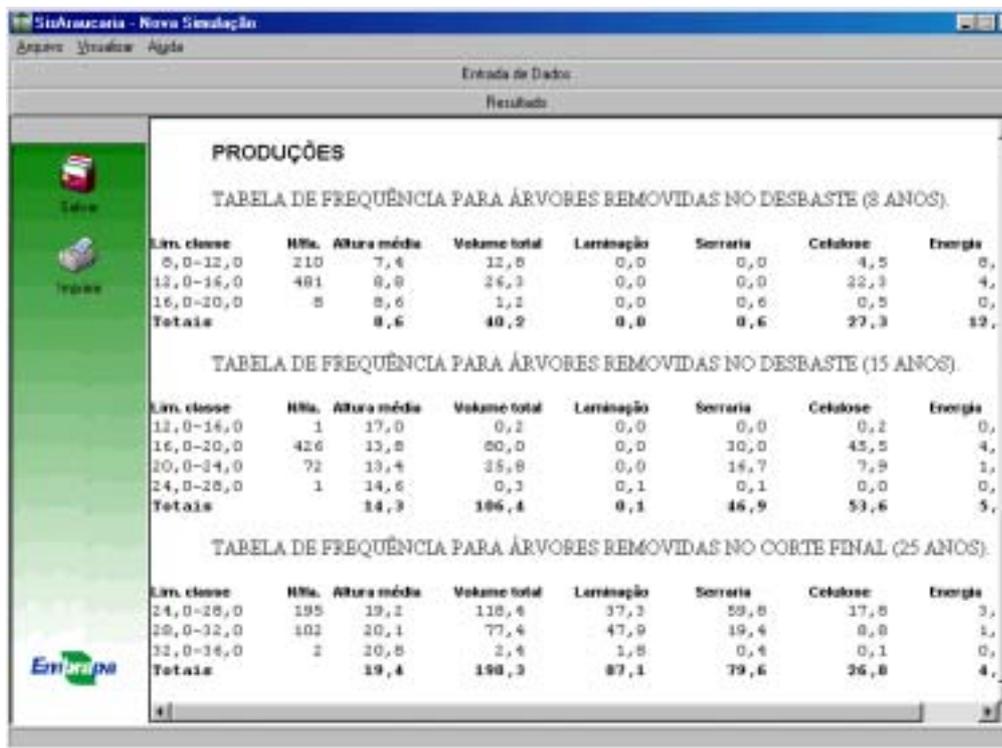


Figura 3. Tela de resultados do SisAraucaria, com detalhes da tabela de crescimento e produção

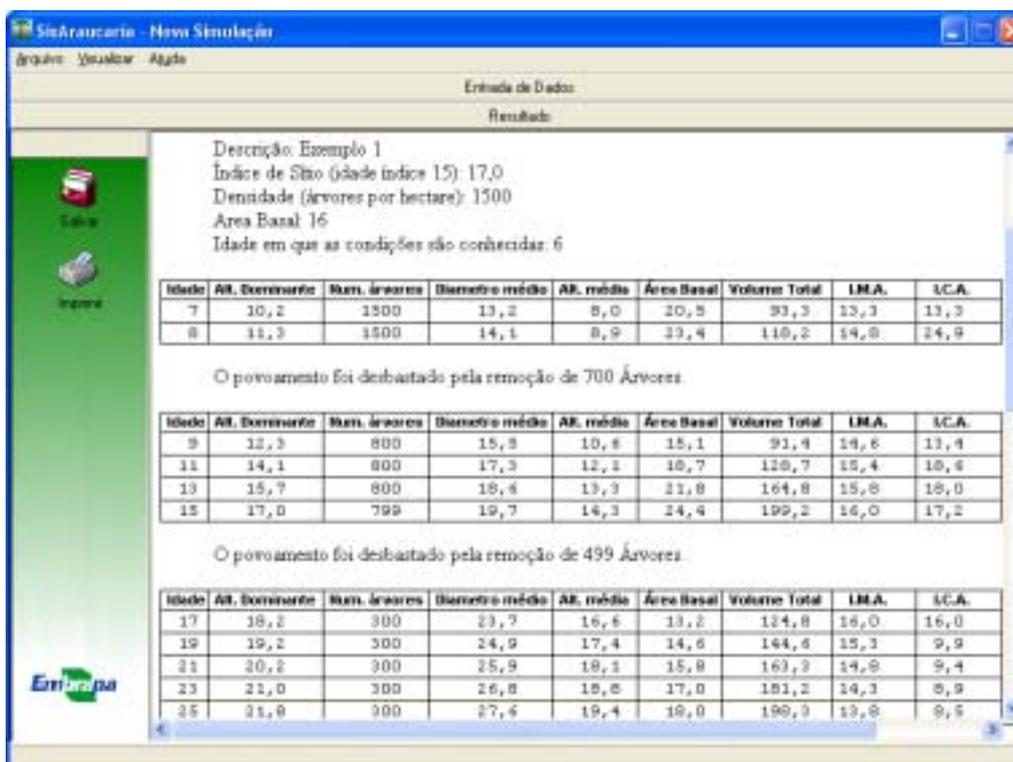


Figura 4. Tela do SisAraucaria com resultados das produções de madeira por classes de diâmetro e sortimento.

## 5. Conclusões

O SisAraucaria foi elaborado com métodos avançados de modelagem matemática e simulação. O software é amigável e dá subsídios aos produtores com informações detalhando o que deve ser feito para otimizar a produção e renda com esta espécie

O usuário fornece os dados de inventário da sua floresta araucária ainda jovem e o SisAraucária fornece o crescimento a cada ano, indicando o quanto de madeira a floresta irá produzir, em qualquer idade. Ele possibilita a simulação de desbastes e o teste de qualquer regime de manejo que se deseja aplicar nos povoamentos.

O sistema indica como manejar uma plantação de araucária. As tabelas de prognose do crescimento e produção, bem como as tabelas de sortimento das árvores colhidas, possibilitam saber se um determinado desbaste foi excessivo, deixando a floresta com menos árvores que poderia ter, desperdiçando recursos, ou então, se a quantidade de árvores do desbaste foi insuficiente, mantendo os danos com o excesso de competição entre árvores. Assim, pode-se reduzir as perdas de produtividade e de qualidade do produto final, elevando-se conseqüentemente o retorno econômico

## 6. Referências

CARVALHO, P.E.R. **Pinheiro-do-Paraná**. Colombo: Embrapa Florestas. 2002. 17p. Embrapa Florestas. Circular Técnica 60.

HAFLEY, W.L.; SCHREUDER, H.T. Statistical distribution for fitting diameter and height data in even-aged stand. **Canadian Journal of Forest Research**. v. 7, p. 481-487, 1977.

OLIVEIRA, E.B.de. **"Um sistema computadorizado de prognose de crescimento e produção de pinus taeda L. com critérios quantitativos para a avaliação técnica e econômica de regimes de manejo**. Curitiba, 1995. Universidade Federal do Paraná. 126p. Tese Doutorado.

RICHARDS, F.J. A flexible growth function for empirical use. **Journal of Exp. Bot.** V. 10, P. 290-300, 1959.

SCHREUDER, H.T.; HAFLEY, W.L. A useful bivariate distribution for describing stand structure of tree heights and diameter. **Biometrics**. V. 33, P. 471-7, 1977.