

## SOFTWARES “SIS” PARA MANEJO E ANÁLISE ECONÔMICA DE FLORESTAS PLANTADAS

Edilson Batista de Oliveira<sup>1</sup>

1. Pesquisador da Embrapa Florestas. [edilson.oliveira@embrapa.br](mailto:edilson.oliveira@embrapa.br)

### Introdução e objetivos

Este trabalho tem por objetivo apresentar algumas características básicas e avanços recentes de um conjunto de softwares que vem sendo desenvolvidos e aprimorados pela Embrapa Florestas desde 1988. Denominados por “Sis”, seguido pelo nome popular do gênero ou espécie contemplada, os softwares são: **SisEucalipto** (*E.grandis*, *E.urograndis* e *E.dunnii*), **SisPinus** (*P.caribaea*, *P.elliottii* e *P.taeda*), **SisTeca** (*T.grandis*), **SisAcacia** (*A.mearnsii*), **SisAraucaria** (*A.angustifolia*), **SisBracatinga** (*M.scabrella*). Eles descrevem como uma plantação florestal cresce e produz, conforme os regimes de manejo que o próprio usuário indica. Permitem testar, para cada condição de clima e solo, todas as opções de manejo florestal, fazer prognoses de produções presente e futura, efetuar análises econômicas, fornecendo subsídios para que seja levado ao campo apenas a melhor alternativa [3].

Análises econômicas podem ser realizadas por meio do software **Planin**, anexado aos demais. Ele considera diversos segmentos de custos operacionais de implantação, manutenção e exploração florestal, e fornece fluxos de caixa, análise de sensibilidade e critérios de análise econômico-financeira mais utilizados.

Os softwares foram desenvolvidos na linguagem Delphi. Houve parceria da Embrapa com várias Empresas Florestais que disponibilizaram bases de dados de inventários do crescimento e produção dos seus

plantios.

Amplamente utilizados no Brasil e em outros países, os softwares permitem a simulação de desbastes das florestas com previsão do crescimento e produção anual do povoamento e o sortimento de madeira por classes de diâmetro para usos múltiplos das árvores provenientes dos desbastes e do corte final.

### Material e métodos

Para a descrição dos recursos dos softwares será utilizado o **SisPinus** (*P.taeda*), na sua alternativa mais simples das três opções de entrada de dados. Esta alternativa utiliza o potencial produtivo básico da área. As outras duas opções envolvem informações de parcelas de inventário, o que possibilita resultados com maior precisão e acurácia. Assim, para o Exemplo 1, será considerado o plantio de 1667 árvores por hectare com 95% de sobrevivência inicial (1º ano), para uma área com índice de sítio de 22m, dado pela altura dominante aos 15 anos de idade. Será solicitado o sortimento da produção de toras separadas pelos seguintes diâmetros: “>20cm”, “8 a 20cm” e “<8cm”. Duas simulações serão realizadas, ambas com colheita final aos 18 anos. Na primeira não serão realizados desbastes. Na segunda haverá um desbaste com idade e intensidade definidas por meio da análise do gráfico “Variáveis básicas para o manejo florestal adequado” gerado pelo software.

### Resultados e discussão

Os resultados gerados mostram, ano a ano, os valores das variáveis que descrevem a estrutura produtiva por hectare de *P.taeda* (Figura 1). O item “Produções” apresenta o sortimento da produção nas dimensões de toras solicitadas e por classes de DAP.

**TABELA DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO (Pinus taeda)**

Idade (anos)	Altura (m)	Diâmetro (cm)	Vol. Total (m³/ha)	Vol. Comercial (m³/ha)	Vol. Resíduo (m³/ha)	IMA (m³/ha/ano)	IMA (m³/ha/ano)	Vol. Total (m³/ha)	Vol. Comercial (m³/ha)	Vol. Resíduo (m³/ha)
1	1,0	2,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,5	3,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	2,0	4,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	2,5	5,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	3,0	6,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	3,5	7,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	4,0	8,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	4,5	9,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	5,0	10,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	5,5	11,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	6,0	12,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	6,5	13,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	7,0	14,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	7,5	15,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	8,0	16,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	8,5	17,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	9,0	18,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	9,5	19,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

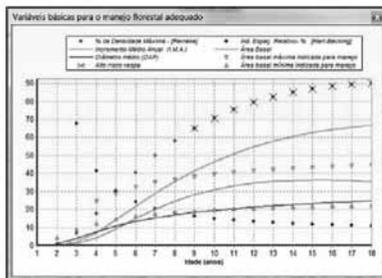
**PRODUÇÕES**

TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS NO CORTES FINAL (6 ANOS)

Classe (cm)	Área (m²)	Volume (m³)	Volume Comercial (m³)	Volume Resíduo (m³)	Volume Total (m³)	Volume Comercial (m³)	Volume Resíduo (m³)	Volume Total (m³)
10-12	100	100	100	100	200	100	100	200
13-15	200	200	200	200	400	200	200	400
16-18	300	300	300	300	600	300	300	600
19-21	400	400	400	400	800	400	400	800
22-24	500	500	500	500	1000	500	500	1000
25-27	600	600	600	600	1200	600	600	1200
28-30	700	700	700	700	1400	700	700	1400
31-33	800	800	800	800	1600	800	800	1600
34-36	900	900	900	900	1800	900	900	1800
37-39	1000	1000	1000	1000	2000	1000	1000	2000
40-42	1100	1100	1100	1100	2200	1100	1100	2200
43-45	1200	1200	1200	1200	2400	1200	1200	2400
46-48	1300	1300	1300	1300	2600	1300	1300	2600
49-51	1400	1400	1400	1400	2800	1400	1400	2800
52-54	1500	1500	1500	1500	3000	1500	1500	3000
55-57	1600	1600	1600	1600	3200	1600	1600	3200
58-60	1700	1700	1700	1700	3400	1700	1700	3400
61-63	1800	1800	1800	1800	3600	1800	1800	3600
64-66	1900	1900	1900	1900	3800	1900	1900	3800
67-69	2000	2000	2000	2000	4000	2000	2000	4000
70-72	2100	2100	2100	2100	4200	2100	2100	4200
73-75	2200	2200	2200	2200	4400	2200	2200	4400
76-78	2300	2300	2300	2300	4600	2300	2300	4600
79-81	2400	2400	2400	2400	4800	2400	2400	4800
82-84	2500	2500	2500	2500	5000	2500	2500	5000
85-87	2600	2600	2600	2600	5200	2600	2600	5200
88-90	2700	2700	2700	2700	5400	2700	2700	5400
91-93	2800	2800	2800	2800	5600	2800	2800	5600
94-96	2900	2900	2900	2900	5800	2900	2900	5800
97-99	3000	3000	3000	3000	6000	3000	3000	6000
100-102	3100	3100	3100	3100	6200	3100	3100	6200
103-105	3200	3200	3200	3200	6400	3200	3200	6400
106-108	3300	3300	3300	3300	6600	3300	3300	6600
109-111	3400	3400	3400	3400	6800	3400	3400	6800
112-114	3500	3500	3500	3500	7000	3500	3500	7000
115-117	3600	3600	3600	3600	7200	3600	3600	7200
118-120	3700	3700	3700	3700	7400	3700	3700	7400
121-123	3800	3800	3800	3800	7600	3800	3800	7600
124-126	3900	3900	3900	3900	7800	3900	3900	7800
127-129	4000	4000	4000	4000	8000	4000	4000	8000
130-132	4100	4100	4100	4100	8200	4100	4100	8200
133-135	4200	4200	4200	4200	8400	4200	4200	8400
136-138	4300	4300	4300	4300	8600	4300	4300	8600
139-141	4400	4400	4400	4400	8800	4400	4400	8800
142-144	4500	4500	4500	4500	9000	4500	4500	9000
145-147	4600	4600	4600	4600	9200	4600	4600	9200
148-150	4700	4700	4700	4700	9400	4700	4700	9400
149-151	4800	4800	4800	4800	9600	4800	4800	9600
152-154	4900	4900	4900	4900	9800	4900	4900	9800
153-155	5000	5000	5000	5000	10000	5000	5000	10000

**Figura 1.** Tabela de crescimento e produção gerada pelo SisPinus

O gráfico gerado (Figura 2) apresenta variáveis que subsidiam a escolha do manejo florestal adequado em função dos objetivos da produção madeireira. Elas são assim representadas: Pontos vermelhos = Porcentagem da densidade máxima que a plantação pode atingir - (Modelo de Reineke [2] (Disponível no SisPinus e SisEucalipto); Pontos azuis = Índice de espaçamento relativo (Índice de Hart-Becking); Marcações em X = indicação de alto risco de ocorrência de vespa-da-madeira (*P.taeda*); Linha rosa = Área basal por hectare; Triângulos rosa = limites superior e inferior da faixa indicada para manejo; Linha azul = Incremento médio anual (IMA); Linha verde = Volume total (dividido por 10).



**Figura 2.** Gráfico gerado pelo SisPinus mostrando variáveis básicas para o manejo adequado.

O percentual de ocupação do sítio (% da Densidade Máxima – Heineke) tem como valor de referência “100%” para um sítio completamente estocado, ou seja, com a capacidade de produção no limite. Para o Exemplo 1, a Figura 2 mostra que, aos seis anos, o povoamento ocupa 41 % do sítio e segue aumentando em idades subsequentes. Aos nove anos a ocupação atinge 65% (41,3m² de área Basal com 1572 árvores/ha), porém, a partir desta idade, o programa revela a existência de alto risco de ataque de vespa-da-madeira, o que recomenda a realização de desbastes preventivos.

A faixa delimitada por duas linhas mostra os limites (máximo e mínimo) de Área Basal indicada para o povoamento ter elevada produção de toras mais grossas, com árvores de melhor qualidade, com características das dominantes (grandes e com fuste bem formado). As linhas são geradas a partir de um Diagrama de Manejo da Densidade (DMD) integrado ao software. Diversos autores recomendam para produção de toras, valores próximos a 60% da densidade máxima até o mínimo de 30% desta. Acima da faixa, há competição excessiva e abaixo da faixa há muita sobra de espaço com conseqüente desperdício de recursos do sítio. Note-se que estes percentuais não são da Área Basal, mas sim da

## Densidade Máxima.

Utilizando o Exemplo 1, aos nove anos de idade foi simulado um desbaste seletivo reduzindo a Área Basal para 25 m<sup>2</sup> de forma a colocá-la dentro da faixa de manejo recomendada pelo Diagrama de Manejo da Densidade. A tabela de crescimento e produção é apresentada na Figura 3.

**DEBASTES**

Idade	Área Basal	Volume	Produção
0	41,3	0,0	0,0
9	25,0	225,0	25,0
18	49,3	277,9	28,7

**PRODUÇÕES**

TABELA DE FREQÜÊNCIA PARA ARVORES REMOVIDAS NO DEBASTE (9 ANOS)

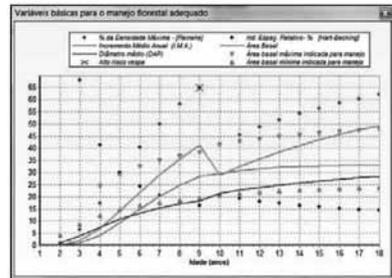
Classe (cm)	Área	Adensidade	Volume Total	Volume a Remover	Volume a Manter	Volume a Produzir
0-10	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0
10-20	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0
20-30	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0
30-40	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0
40-50	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0
50-60	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0
60-70	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0
70-80	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0
80-90	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0
90-100	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0

TABELA DE FREQÜÊNCIA PARA ARVORES REMOVIDAS NO CORTE FINAL (18 ANOS)

Classe (cm)	Área	Adensidade	Volume Total	Volume a Remover	Volume a Manter	Volume a Produzir
0-10	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0
10-20	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0
20-30	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0
30-40	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0
40-50	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0
50-60	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0
60-70	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0
70-80	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0
80-90	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0
90-100	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0

**Figura 3.** Tabela gerada pelo SisPinus após o desbaste.

O Gráfico resultante (Figura 4) mostra que o desbaste reduzindo a Área Basal de 41,3m<sup>2</sup> para 25,0m<sup>2</sup> resultará, aos 18 anos, na diminuição da Área Basal de 66,8m<sup>2</sup> para 49,3m<sup>2</sup>. O Incremento Médio Anual final será reduzido em 7% (35,4m<sup>2</sup> para 32,8m<sup>2</sup>). Entretanto, o volume das toras acima de 20cm de diâmetro terá aumento de 22,5% (235,0m<sup>3</sup> para 287,9m<sup>3</sup>). Economicamente, o melhor manejo dependerá dos custos de produção, das taxas de atratividade para o capital e dos preços pagos por classe de utilização industrial, sendo que estes sofrem grandes variações em função de demandas localizadas.



**Figura 4.** Gráfico gerado pelo SisPinus após o desbaste.

A opção por desbastar mais próximo da linha superior ou da inferior da faixa de manejo dependerá do objetivo da produção. No Exemplo 1, a opção foi produzir maior volume de toras com rotação um pouco mais curta; assim, apenas um desbaste foi realizado mantendo a linha da Área Basal do Povoamento próxima da linha limite dos 60%.

## Conclusões

Os softwares “Sis” fazem a prognose da produção presente e futura de cada povoamento florestal, quantificando a madeira produzida por tipo de utilização industrial, permitindo, assim, que o produtor saiba que regime de manejo deve ser adotado para a produção de madeira direcionada ao uso mais rentável. Eles servem de base para o planejamento estratégico florestal para a otimização da produção madeireira e da renda. São amplamente utilizados no setor florestal, sendo aplicáveis a mais de 98% das plantações florestais no Brasil que, em 2012, totalizaram 7,2 milhões de hectares [1], dando subsídios técnicos para que os produtores possam conduzir suas plantações florestais com base científica evitando desperdícios de recursos econômicos e ambientais.

### Literatura citada

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário Estatístico da ABRAF 2013**. Brasília: ABRAF, 2013. 149p.
- [2] DAVIS, L. S.; JOHNSON, K. N. **Forest management**. 3.ed. New York: McGraw-Hill, 1987. 790p.
- [3] OLIVEIRA, E.B. **Softwares para manejo e análise econômica de plantações florestais** Documentos, 216. 2011. 70p