

A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE SisPinus NO
PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO DE POVOAMENTOS DE
Pinus elliottii ENGEL E *Pinus taeda* L. COM ATAQUE DE
Sirex noctilio FABRICIUS, 1793 (HYMENOPTERA:
SIRICIDAE)

Edilson Batista de Oliveira*
Susete do R. C. Penteado*
Yeda M. M. de Oliveira*
Edson Tadeu Iede*

RESUMO

Foi estudada a utilização do software SisPinus na estimativa de perdas na produção de madeira provocadas por ataques de *Sirex noctilio*, e sua aplicação no planejamento da produção de povoamentos de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* atacados. Diferentes níveis de ataque foram simulados e as perdas ocorridas na produção de madeira foram quantificadas, em termos de volume e em valores econômicos. Foi descrito um processo de determinação da idade ótima de rotação e demonstrada a utilidade do SisPinus no planejamento da produção, principalmente quando se torna necessário o estabelecimento de medidas preventivas para sanidade do povoamento, envolvendo épocas e intensidades de desbastes.

RESUMEN

El uso del SOFTWARE SISPINUS en la predicción de pérdidas de madera, debido al ataque de *Sirex noctilio* y su uso en la planificación de la producción de plantaciones de *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* fue estudiado. Fuerón simulados diferentes niveles de ataque y estimadas las pérdidas de madera, tanto en volumen, cuanto en valores económicos. Fue descrito un proceso para determinar la edad óptima de corte. Fuera de esto, fue demostrado el uso del SISPINUS en la planificación de la producción usandose diferentes intensidades y momentos de raleos, especialmente cuando medidas sanitarias preventivas son necesarias.

ABSTRACT

The use of SisPinus software to forecast wood losses due to outbreaks of *Sirex noctilio* and its use on production planning of stands *Pinus elliotti* and *Pinus taeda* attacked were studied. Different levels of attack were simulated and wood losses estimated, both in terms of volume and economic values. A process to determine optimum felling time is described. Besides, the use of SisPinus in planning production using different thinning intensity and timing, specially when sanitary preventive measures are needed, is demonstrated.

* CNPFloresta/EMBRAPA. Colombo, PR, Brasil

1. INTRODUÇÃO.

Pinus taeda L. e *Pinus elliottii* ENGEL. são as espécies florestais mais plantadas no sul do Brasil, totalizando uma área de 1.200.000 ha. A sua utilização se dá principalmente nas indústrias de papel, celulose e serraria.

Sirex noctilio (vespa-da-madeira) tem apresentado uma grande ameaça aos reflorestamentos de pinus do país. Seu histórico, nos países em que ela foi introduzida, possibilita a constatação de seu efeito daninho; em um curto espaço de tempo, milhares de hectares foram destruídos. Estimativa-se que a área atacada atualmente, no Brasil, atinge 100.000 ha. Os prejuízos provocados na produção de madeira dos povoamentos atacados por *Sirex* são elevados, porém, não são facilmente mensuráveis.

A adoção de medidas preventivas, como técnicas silviculturais, envolvendo desbastes em épocas e intensidades adequadas, visando a sanidade dos povoamentos, são recomendáveis (NEUMANN *et al.* 1987). Entretanto, tais técnicas são variáveis de povoamento para povoamento, em função de fatores como: idade, sítio, número de árvores por hectare e percentual de ataque.

O objetivo deste trabalho é demonstrar como o software SisPinus pode ser utilizado na prognose da produção, nas decisões de épocas e intensidades ideais para desbastes e determinação da idade ideal para o corte final, visando o planejamento da produção de povoamentos atacados por *S. noctilio*. São verificadas, também, as perdas ocorridas na produção de madeira em função de diferentes níveis de ataque.

2. O SOFTWARE SisPinus.

O SisPinus (Sistema de Simulação do Crescimento e Produção de Plantios de *P.elliottii* e *P. taeda*) trata-se de um software que foi desenvolvido originalmente na Universidade Estadual da Carolina do Norte - EUA. e elaborado para o Brasil pelo Dr. William Leroy Hafley e pesquisadores da EMBRAPA/CNPFFlorestas, em 1988/1989.

O SisPinus fornece, a partir de algumas informações sobre o povoamento em idade jovem:

- . Tabelas de crescimento e produção para qualquer idade do povoamento,
- . Tabelas com volume total, por classes de diâmetro, para árvores removidas nos desbastes e no corte final e,
- . Tabelas de sortimento de madeira para laminação e serraria. (VERSÃO 2.0)

O sistema é uma ferramenta básica para o planejamento de produção de florestas de *P.elliottii* e *P.taeda* e, no Brasil, já é utilizado por, aproximadamente, 25 empresas que plantam estas espécies.

2.1 INPUTS NECESSÁRIOS

- . Número de árvores plantadas por hectare.
- . Tipos de desbastes previstos ou adotados (seletivo, sistemático ou misto).
- . Época dos desbastes.
- . Idades selecionadas para os relatórios.
- . Equação de volume.
- . Funções de forma e dimensões de toras.

2.2 OUTPUTS do SisPinus

De acordo com a atividade de manejo estipulada pelo usuário, como por exemplo, um debaste misto aos 9 anos de idade e corte final aos 22 anos, para um povoamento de *P. taeda* com 2000 árvores plantadas e índice de sítio de 21 metros, o SisPinus apresenta os seguintes relatórios, conforme a TABELA 1.

TABELA 1. Crescimento e produção de *Pinus taeda* (a), Produção por classes de diâmetro referentes ao debaste aos 9 anos (b) e ao corte final aos 22 anos (c).

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

Índice de Sítio (Idade Índice 15) 21,0 m			Densidade (Árvores/HA) 2000		Porcentagem de Sobrevivência 95		Sobrev. Inicial (Árvores/HA) 1900	
Idade anos	Alt. Dom. m	N/HA	Diâm. Med. cm	Alt. Med. m	Área Basal m ²	Volume Total m ³ (c/c)	IMA	ICA
2	2,6	1900	2,3	2,1	0,8	0,8	0,4	0,8
4	6,2	1900	7,6	5,3	8,6	21,1	5,3	14,6
6	9,5	1899	11,6	8,2	20,2	77,5	12,9	32,3
8	12,5	1893	14,7	10,8	32,0	161,2	20,2	44,6
9	13,9	1887	15,9	12,0	37,6	210,1	23,3	48,9
Desbaste pela Remoção de 1 em cada 3 linhas e, em seguida, desbaste pela remoção de 58 árvores								
		1201	16,2	12,1	24,7	139,4	Removido=70,7	
10	15,3	1199	17,7	13,2	29,5	181,3	25,2	41,9
12	17,7	1191	19,9	15,2	37,0	263,4	27,8	42,0
14	20,0	1177	21,7	17,2	43,7	350,9	30,1	44,2
16	22,1	1157	23,4	19,0	49,6	439,5	31,9	44,2
18	24,0	1131	24,8	20,6	54,5	525,5	33,1	42,5
20	25,8	1100	26,0	22,2	58,3	605,9	33,8	39,4
22	27,5	1064	27,1	23,7	61,2	678,7	34,1	35,3

(b) TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS NO DESBASTE (9 ANOS).

Diâmetro Lim. de Classe	N/HA	Alt. Med.	Volume m ³ (c/c)	Volume Laminação	Volume Serraria	Volume Restante
4,0-5,9	9	9,3	0,1	0,0	0,0	0,1
6,0-7,9	48	10,2	0,8	0,0	0,0	0,8
8,0-9,9	53	10,5	1,6	0,0	0,0	1,6
10,0-11,9	77	11,1	3,6	0,0	0,0	3,6
12,0-13,9	96	11,5	6,6	0,0	0,0	6,6
14,0-15,9	108	11,8	10,2	0,0	0,0	10,2
16,0-17,9	111	12,2	14,2	0,0	0,0	14,2
18,0-19,9	96	12,6	16,0	0,0	8,2	7,8
20,0-21,9	64	13,0	13,6	0,0	6,8	6,8
22,0-23,9	22	13,5	5,8	0,0	4,5	1,3
24,0-25,1	1	13,9	0,2	0,0	0,1	0,0
Totais	685		72,8	0,0	19,7	53,1

(c) TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS NA IDADE 22 ANOS.

Diâmetro Lim. de Classe	N/HA	Alt. Med.	Volume m ³ (C/C)	Volume Laminação	Volume Serraria	Volume Restante
12,9-13,9	2	18,5	0,2	0,0	0,0	0,2
14,0-15,0	27	19,7	4,2	0,0	0,0	4,2
16,0-17,9	60	20,7	12,6	0,0	4,4	8,2
18,0-19,9	84	21,5	22,9	0,0	13,2	9,7
20,0-21,9	101	22,1	34,6	0,0	25,6	9,0
22,0-23,9	111	22,7	47,3	0,0	34,4	12,9
24,0-25,9	117	23,3	62,6	0,0	53,1	9,5
26,0-27,9	119	23,9	76,1	23,7	40,1	12,3
28,0-29,9	117	24,4	88,4	27,0	54,4	7,0
30,0-31,9	110	25,0	97,5	50,2	38,6	8,6
32,0-33,9	97	25,7	99,8	67,1	22,8	9,8
34,0-35,9	74	26,5	89,1	58,7	26,3	4,1
36,0-37,9	40	27,5	55,5	42,9	9,4	3,3
38,0-39,9	5	29,3	7,7	5,7	1,7	0,2
Totais	1064		698,4	275,4	324,2	98,9

As estimativas dos volumes totais e dos volumes dos segmentos do tronco, referentes à laminação, serraria e ao restante (destinado a produção de celulose, polpa ou energia), são obtidas automaticamente, por processos de integração total ou parcial, do quadrado da função de forma contida na equação de volume.

O sistema oferece outra opção para o sortimento de madeira, possibilitando a subdivisão do tronco em quatro segmentos em vez de três. Maiores detalhes sobre o SISPINUS podem ser encontrados em OLIVEIRA & OLIVEIRA (1991 e 1992).

3. MÉTODOS

Em todas as simulações realizadas, foram considerados povoamentos de *P.taeda*, com plantios de 2000 árvores por hectare, e aos 9 anos de idade, a realização de um desbaste sistemático de 1 linha a cada 3 linhas, seguido por desbaste seletivo, deixando 1200 árvores por hectare. O índice de sítio considerado foi de 21.0 m.

As dimensões de toras estabelecidas para cada uma das finalidades industriais foram: diâmetro mínimo de 25.0 cm para laminação e 15.0 cm para serraria; e comprimentos de 3.0 metros para ambos os casos. O volume restante refere-se a toras cuja menor extremidade não atingiu 15 cm.

Duas formas de utilização do software SisPinus foram aplicadas:

- 3.1. Na primeira foram prognosticadas as perdas em volume e em valores econômicos, em função de diferentes percentuais de danos provocados por *Sirex*. Foram considerados os percentuais de 0, 15, 30, 45 e 60% de árvores atacadas, em idades que

variavam dos 12 aos 17 anos (TABELA 2), e o corte final do povoamento, realizado aos 20 anos.

3.2. Na segunda, considerando-se estas mesmas condições do povoamento, inclusive o desbaste aos 9 anos, e estabelecendo um percentual de ataque de *Sirex* que se iniciou com 5% aos 12 anos, evoluindo para 10% aos 13 anos e para 15% aos 14 anos, foi descrito um processo de determinação da idade ótima de rotação. Para este estudo, foram realizadas simulações de crescimento e produção até os 26 anos de idade do povoamento.

Nas simulações dos ataques de *Sirex*, foram consideradas que, até um nível de ataque de 10%, as árvores atacadas eram as menores do povoamento. A partir deste nível, 2/3 passam a ser compostos pelas menores árvores entre as 90% restantes e 1/3 é obtido, aleatoriamente, entre as demais.

Considerou-se os valores de US\$ 15,0, US\$ 10,0 e US\$ 5,0 por m³ de madeira, respectivamente, para laminação, para serraria e madeira restante. As dimensões de toras para as diferentes finalidades industriais foram as mesmas das simulações apresentadas no item 1.2. Toda madeira atacada por *Sirex* foi cotada a US\$ 5,0 por m³.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através de simulações que forneceram tabelas semelhantes às do item 1.2, construiu-se a TABELA 2, referente ao resumo das informações e estimativas de perdas econômicas da produção, em função de diferentes percentuais de ataque de *Sirex*.

Observa-se que para um nível de ataque de 15% ocorreriam perdas de renda bruta equivalentes a 526 dólares por hectare e para um nível de ataque de 30% as perdas seriam de 638 dólares por hectare. Com níveis de ataque superiores a 45% as perdas na produção total tornam-se mais acentuadas devido ao aumento mais acentuado da sub-estocagem do povoamento.

TABELA 2. Resumo das informações obtidas pela simulação e renda bruta para os totais do sortimento.

Evolução do Ataque Idade (anos) 12 13 14 15 16 17	Madeira Referente ao	Volume (m ³)				Renda Bruta (US\$)
		Total	Laminação	Serraria	Restante	
0%	Desbaste	72,8	0,0	19,7	53,1	7170
	Ataque	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Corte Final	621,9	204,5	310,7	106,7	
5% 10% 15%	Desbaste	72,8	0,0	19,7	53,1	6644
	Ataque	17,6	0,7	4,6	12,3	
	Corte Final	558,7	184,1	291,9	82,7	
5% 10% 15% 30%	Desbaste	72,8	0,0	19,7	53,1	6532
	Ataque	59,1	4,3	24,3	30,5	
	Corte Final	519,5	185,3	264,8	69,4	
5% 10% 15% 30% 45%	Desbaste	72,8	0,0	19,7	53,1	6237
	Ataque	113,7	9,3	58,3	46,1	
	Corte Final	458,4	181,4	220,1	56,9	
5% 10% 15% 30% 45% 60%	Desbaste	72,8	0,0	19,7	53,1	5758
	Ataque	184,0	18,0	101,8	64,2	
	Coret Final	374,8	167,4	165,6	41,8	

Na TABELA 3 são apresentados os resultados da simulação, conforme o item 3.2, para o povoamento de *P.taeda* descrito.

TABELA 3. Crescimento e produção de *P.taeda* com ao corte final aos 26 anos.

Índice de Sítio (Idade Índice 15) 21,0 m			Densidade (Árvores/HA) 2000		Porcentagem de Sobrevivência 100		Sobrev. Inicial (Árvores/HA) 2000	
Idade anos	Alt. Dom. m	N/HA	Diâm. Med. cm	Alt. Med. m	Área Basal m ²	VOLUME Total m ³ (c/c)	IMA	ICA
8	12,5	1893	14,7	10,8	32,0	161,2	20,2	44,6
9	13,9	1887	15,9	12,0	37,6	210,1	23,3	48,9
Desbaste pela Remoção de 1 em cada 3 linhas e, em seguida, desbaste pela remoção de 58 árvores								
		1201	16,2	12,1	24,7	139,4	Removido=70,7	
10	15,3	1199	17,7	13,2	29,5	181,3	25,2	41,9
12	17,7	1191	19,9	15,2	37,0	263,4	27,8	42,0
Ocorrência de <i>Sirex</i> em 5% das árvores								
		1132	20,2	15,4	36,3	260,4	Removido=3,1	
13	18,8	1124	21,3	16,3	40,0	305,3	29,2	44,9
Ocorrência de <i>Sirex</i> em 10% das árvores								
		1074	21,6	16,4	39,2	300,8	Removido=4,5	
14	19,7	1065	22,4	17,4	41,9	340,1	29,9	39,3
Ocorrência de <i>Sirex</i> em 15% das árvores								
		1014	22,6	17,4	40,5	330,4	Removido=9,7	
16	21,7	992	24,2	19,3	45,4	409,2	31,1	39,6
18	23,7	963	25,5	21,0	49,3	483,8	31,8	36,6
20	25,6	929	26,8	22,6	52,2	551,4	32,0	32,8
22	27,3	890	27,8	24,1	54,1	610,1	31,7	28,1
24	29,0	847	28,8	25,6	55,0	658,7	31,1	23,0
26	30,5	802	29,6	27,0	55,2	696,7	30,2	17,7

A TABELA 4 contém o resumo das informações obtidas pela simulação e a renda bruta em dólares para os totais do sortimento.

TABELA 4. Resumo das informações obtidas pela simulação e renda bruta para os totais do sortimento.

Idade	Volume (m ³)				RENDA BRUTA TOTAL (US\$) Incluído o Vol. removido aos 9 anos e o Vol. atacado
	total	lamin.	serr.	rest.	
14	334,5	43,1	188,4	103,1	3596
16	414,2	88,2	234,5	91,4	4677
18	491,3	135,7	262,6	93,0	5692
20	558,7	184,1	291,9	82,7	6794
22	620,1	248,9	289,5	81,7	7587
24	670,9	310,6	287,9	72,4	8450
26	708,6	359,9	267,8	80,9	9011

O sistema possibilita, então, o planejamento da produção através de recursos como os de Pesquisa Operacional e a utilização de procedimentos como o Valor Esperado da Terra (VET), que levam em conta aspectos como custos e taxas de juros.

Uma metodologia que fornece alguma informação sobre a idade ótima para rotação, é a utilização de modelos de regressão para o ajuste da Renda Bruta em função da Idade, como no procedimento descrito a seguir:

Utilizando-se os dados da TABELA 4, a seguinte equação é encontrada:

$$\text{RENDA BRUTA} = -197.19I + 45.93I^2 - 0.9621I^3$$

Com a divisão desta equação pela Idade (I) e posterior cálculo da primeira derivada, obtém-se a idade ótima para rotação, que, neste caso, será de 24 anos.

Assim, se não forem levados em conta os custos e taxas de juros, 24 anos será a idade de máximo rendimento econômico ou de ótimo econômico para rotação. Observa-se que esta idade é superior à idade de rotação biológica (21.0 anos), considerada no ponto de cruzamento do Incremento Médio Anual com o Incremento Corrente Anual (TABELA 3).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais objetivos do trabalho foram demonstrar a possibilidade de utilização do software SisPinus na estimativa de perdas na produção de madeira de povoamentos de *Pinus* atacados por *S.noctilio* e sua aplicação no planejamento da produção destes povoamentos.

O sistema possibilita a simulação de perdas de produção de madeira em função de percentuais de ataques de *Sirex* em qualquer idade do povoamento, ou de aumentos progressivos de percentuais de ataques de *Sirex* em anos consecutivos.

Foi demonstrado que o SisPinus é uma ferramenta básica para a determinação de épocas e intensidades ideais para desbastes, determinação da idade ideal para o corte final e verificação da produção a cada ano. Nestas determinações, o sistema pode fornecer os dados básicos para aplicações de técnicas de Pesquisa Operacional e de outros procedimentos, para definição de desbastes e rotação econômica.

Ficou constatado que o software é de grande utilidade no planejamento da produção, principalmente quando se torna necessário, o estabelecimento de medidas preventivas para a sanidade do povoamento, envolvendo épocas e intensidades de desbastes.

6. LITERATURA CITADA.

- NEUMANN, F.G.; MOREY, J.L. & MCKIMM, R.J. The *Sirex* wasp in Victoria. Lands and Forest Division Bull. 29:1-41. 1987.
- OLIVEIRA, E.B. & OLIVEIRA, Y.M.M. SisPinus - Desenvolvimento e perspectivas. In: Encontro Brasileiro de Planejamento e Economia Florestal, 2., Curitiba, 1991. Anais. Curitiba, EMBRAPA/CNPF. 1991. (No prelo).
- OLIVEIRA, E.B. & OLIVEIRA, Y.M.M. SisPinus - Guia do usuário. Curitiba, EMBRAPA/CNPF. 1992. 24 p.