

INTRODUÇÃO AO USO DE PROGRAMAS DE COMPUTADOR EM DECISÕES GERENCIAIS NO MANEJO DE PINUS - SISTEMA SISPLAN¹

Edilson Batista de Oliveira²

RESUMO

O SISPLAN integra métodos de engenharia econômica à simulação do crescimento e da produção de povoamentos de *Pinus taeda* L e *Pinus elliottii* ENGELM. implantados no Brasil. O sistema é constituído por três softwares: (a) o simulador SISPINUS, que possibilita a simulação de desbastes, crescimento, produção anual do povoamento e sortimento de madeira por classe diamétrica para usos múltiplos das árvores provenientes de desbastes e do corte final; (b) o software PLANIN, que possibilita o cálculo dos parâmetros de avaliação econômico-financeira e a análise de sensibilidade da rentabilidade para diferentes taxas de atratividade; e (c) o software REPLAN, que gerencia um banco de dados sobre rentabilidade de regimes de manejo, tendo por bases o índice de sítio, a taxa de atratividade e a idade de rotação do povoamento. A integração destes softwares torna possível a análise conjunta dos fatores biológicos e econômicos e constitui-se uma ferramenta fundamental para o manejo e planejamento sustentável da produção de florestas de Pinus.

1. INTRODUÇÃO

Para o planejamento da produção de uma empresa florestal tem como ferramenta básica as técnicas de modelagem de crescimento e de produção. Estas técnicas tornam possíveis o conhecimento do crescimento e da produção futura da floresta, a avaliação de intervenções silviculturais e a realização de análises econômico-financeiras. Assim, pode-se configurar diferentes situações para fundamentar um processo de tomada de decisão.

Um modelo de prognose do crescimento e da produção de povoamentos de *Pinus* deve possibilitar a simulação de desbastes e a separação das estimativas de volume total de madeira em volumes parciais, estimados especificamente para segmentos dos troncos com dimensões adequadas para cada finalidade industrial.

A integração de um modelo de prognose do crescimento e da produção com as técnicas de engenharia econômica, em um sistema computadorizado, possibilita a visão conjunta de fatores biológicos e econômicos, permitindo, através de um processo de simulação, uma rápida configuração de cenários para o planejamento da produção florestal com otimização da produção madeireira e dos retornos financeiros.

O sistema SISPLAN integra métodos de engenharia econômica à simulação do crescimento e da produção de povoamentos de *Pinus taeda* L. e *Pinus elliottii* ENGELM. implantados no Brasil. Este sistema é constituído por três softwares:

- **SISPINUS - Versão 2.0**, que possibilita a simulação de desbastes de florestas de pinus, crescimento e produção anual do povoamento, e o sortimento de madeira por classe diamétrica para usos múltiplos das árvores provenientes de desbastes e do corte final;
- **PLANIN**, que possibilita o cálculo dos parâmetros de avaliação econômico-financeira e a análise de sensibilidade da rentabilidade a diferentes taxas de atratividade; e
- **REPLAN**, que gerencia um banco de dados sobre rentabilidade de regimes de manejo, tendo como bases o índice de sítio, a taxa de atratividade e a idade de rotação do povoamento.

2. O MANEJO DAS FLORESTAS DE PINUS E O SISPINUS:

No manejo de uma floresta é fundamental o conhecimento dos efeitos da competição entre as árvores, principalmente por água, luz e nutrientes. A medida que as árvores crescem esta competição aumenta. Assim, árvores devem ser retiradas, principalmente as defeituosas (tortas, bifurcadas e doentes), que já serão aproveitadas na indústria, liberando espaço para o crescimento das remanescentes. Quando esta competição volta a ocorrer de forma excessiva, novos desbastes são realizados. Nestes desbastes, basicamente, retiram-se linhas e/ou árvores selecionadas.

O Sispinus indica como manejar a floresta. Qual a idade, o tipo, a intensidade de desbaste adequada para cada situação, e a idade para o corte final. Em seguida, através do uso do Planin e Replan, calcula-se a rentabilidade econômica dos regimes de manejo.

3. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA. (PLANIN E REPLAN):

Algumas técnicas de análise da rentabilidade de investimentos têm sido básicas. FENSTERSEIFER & SAUL (1993), em pesquisa através de questionários, realizada em 1990, sobre o comportamento das 500 maiores empresas brasileiras dos setores industrial e de serviços básicos, quanto a utilização de técnicas analíticas para avaliação e seleção de investimento de capital, obtiveram os resultados sintetizados no Quadro 1. Um aspecto observado foi que 46% das empresas utilizam mais de dois critérios de análise, sendo 31,7% por motivos de segurança e confiabilidade na tomada de decisões e 13,5% por ordem estratégica.

Quadro 1. Investimentos de capital nas grandes empresas do Brasil em 1990.

a) Critérios principais e complementares.

Critério principal	%	Critério complementar	%
Taxa interna de retorno	49,6	Payback	31,5
Payback	19,1	Valor presente líquido	20,4
Valor presente líquido	10,9	Taxa interna de retorno	16,4
Taxa média de retorno	7,5	Urgência do projeto	12,5
Relação benefício-custo	6,8	Relação benefício-custo	11,2
Urgência do projeto	3,4	Taxa média de retorno	4,0
Outros	2,7	Outros	4,0
Total	100	Total	100

b) Avaliação de riscos do investimento.

Avaliação de riscos	%	Método de avaliação (quando medido)	%
Método quantitativo	63,0	Análise de sensibilidade da rentabilidade	81,2
Avaliação subjetiva	30,0	Distribuição dos rendimentos esperados	10,6
Não avaliam	6,2	Cálculo da probabilidade de prejuízo	10,6
Outras formas	0,8	Covariância com outros projetos	9,4
		Outros métodos	2,4
Total	100		

Fonte: FENSTERSEIFER, J.E., SAUL, S.. **Revista de Administração** v. 28, n. 3, p. 3-12, 1993.

A pesquisa de FENSTERSEIFER & SAUL (1993) foi tomada como referência básica para a elaboração do PLANIN, de forma que este programa pudesse fornecer resultados completos, que atendessem diferentes níveis de exigência dos usuários. A base para do planejamento das florestas de pinus está na determinação dos regimes de manejo, principalmente no que se refere à idade para o corte final ou rotação do povoamento, que possibilite a máxima rentabilidade. Critérios como o "valor esperado da terra" e o "valor anual equivalente" têm sido indicados para a determinação da idade ótima para o corte final, principalmente por possibilitarem a comparação de regimes de manejo com diferentes idades de rotação. O PLANIN possibilita o cálculo destes parâmetros, bem como a análise de sensibilidade da rentabilidade à variação de taxas de atratividade. Este programa está estruturado para contemplar todos os segmentos de custos operacionais referentes às atividades de implantação, manutenção e exploração da floresta. Adicionalmente, o REPLAN dá suporte a tomadas de decisão sobre a idade ideal de rotação.

4. A INTEGRAÇÃO SISPINUS-PLANIN-REPLAN: "SISPLAN"

A integração dos três softwares permite uma visão conjunta dos fatores biológicos e econômicos, possibilitando a configuração dos diversos cenários para o planejamento da produção florestal, tendo por base a produção de madeira para diferentes finalidades e variações nos diversos centros de custos e preços e nas taxas de atratividade.

O sistema possibilita a definição do tipo de desbaste mais adequado para a floresta de pinus, a época e intensidade ideais para sua realização e a idade ideal para o corte final. Pode-se avaliar o estoque de madeira disponível no presente e a cada ano futuro, em termos de volume total e volume por classe de utilização industrial como laminação, serraria, celulose e energia. O PLANIN considera em seus cálculos todos os segmentos de custos operacionais de implantação, manutenção e exploração florestal. O sistema viabiliza a análise econômica da produção de madeira, através de vários critérios de avaliação e possibilita a tomada de decisão sobre regimes ideais de manejo.

A eficácia do sistema nas tomadas de decisão em atividades de manejo e planejamento da produção florestal vem sendo comprovada por 65 empresas/instituições que o utilizam, no Brasil e outros países do Mercosul.

Para a apresentação de uma rotina básica de utilização do SISPLAN, será considerado um povoamento que aos 8 anos dispõe de 1850 árvores/ha e área basal de 45m²/ha. O regime de manejo adotado considera um primeiro desbaste aos 9 anos, sistemático de uma a cada três linhas, seguido de seletivo por baixo até 1200 árvores, um segundo desbaste aos 12 anos (Seletivo de 40% da população) e um terceiro aos 16 anos (Seletivo de 30% da população). As informações solicitadas pelo Sispinus encontram-se no Quadro 2.

Quadro 2. Informações solicitadas para operação do SISPINUS

1. ÍNDICE DE SÍTIO.....	21,0 m
2. Nº DE ÁRVORES AOS 8 ANOS.....	1850
3. ÁREA BASAL AOS 8 ANOS (m ² /há).....	45
4. OUTPUTS	
Idade Inicial.....	8 anos
Idade Final.....	22 anos
Intervalos de.....	2 anos
5. IDADE DO PRIMEIRO DESBASTE.....	9 anos
6. EQUAÇÃO DE SÍTIO.....	EqSit1
7. EQUAÇÃO DE VOLUME.....	EqVol1
8. EQUAÇÃO DE AFILAMENTO E SORTIMENTO	

O processamento das informações contidas no Quadro 2 irá fornecer os resultados apresentados no Quadro 3.

Quadro 3. Crescimento e produção de *P. taeda*.

IDADE Anos	ALT. DOM. m	N/HA	DIÂM. MED. cm	ALT. MED. m	ÁREA BASAL m ²	VOLUME TOTAL m ³	IMA m ³	ICA m ³
8	12,5	1850	17,6	10,8	45,0	226,9	28,4	28,4
9	13,9	1844	18,6	12,0	50,1	280,3	31,1	53,5
DESBASTE PELA REMOÇÃO DE 1 LINHA EM CADA 3 LINHAS E, EM SEGUIDA, DESBASTE PELA REMOÇÃO DE 30 ÁRVORES								
10	15,3	1199	18,8	12,0	33,1	186,3	REMOVIDO=	94,0
12	17,7	1189	19,7	13,1	36,6	224,8	31,9	38,5
DESBASTE PELA REMOÇÃO DE 476 ÁRVORES								
14	19,8	714	24,1	16,0	32,7	245,0	REMOVIDO=	69,7
16	21,9	707	25,9	18,0	37,3	314,3	34,1	38,9
DESBASTE PELA REMOÇÃO DE 212 ÁRVORES								
18	23,6	496	27,6	19,8	42,4	393,2	34,8	39,6
20	25,5	494	29,2	20,3	33,3	317,1	REMOVIDO=	76,0
22	27,3	487	30,7	22,1	36,5	377,1	34,3	36,3
			32,4	23,8	40,3	448,4	34,4	35,5
			33,8	25,3	43,7	518,2	34,5	34,7

Os sortimentos de madeira com intervalos de classes de diâmetro de 4,0cm, referentes às árvores retiradas nos 3 desbastes no corte final, estão apresentados no Quadro 4. No Quadro 5 está o sortimento de madeira para cortes finais considerando dos 18 aos 30 anos.

Quadro 4. Sortimentos de madeira por classe diâmetrica, referentes às árvores retiradas nos desbastes realizados aos 9, 12, 16 E 22 anos, respectivamente.

DESBASTE AOS 9 ANOS

DIAMETRO LIM.de CLASSE	N/Ha	ALT MED	TOTAL	LAMIN.ESP.	VOLUME (m ³ /ha)			CELULOSE	ENERGIA
					LAMIN.	SERRARIA			
5,8 - 7,9	3	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8,0 - 11,9	66	10,2	2,4	0,0	0,0	0,0	1,2	1,2	
12,0 - 15,9	148	11,2	11,5	0,0	0,0	0,0	9,9	1,5	
16,0 - 19,9	210	11,9	28,6	0,0	0,0	13,0	13,2	2,4	
20,0 - 23,9	177	12,6	38,3	0,0	0,0	27,2	9,1	2,0	
24,0 - 27,9	41	13,4	13,1	0,0	3,4	8,0	1,3	0,4	
TOTAIS	645		94,0	0,0	3,4	48,2	34,8	7,6	

DESBASTE AOS 12 ANOS

DIAMETRO LIM.de CLASSE	N/Ha	ALT MED	TOTAL	LAMIN.ESP.	VOLUME (m ³ /ha)			CELULOSE	ENERGIA
					LAMIN.	SERRARIA			
10,1 - 11,9	9	12,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	
12,0 - 15,9	165	13,9	14,8	0,0	0,0	0,0	12,6	2,2	
16,0 - 19,9	210	14,7	32,4	0,0	0,0	12,4	18,1	1,9	
20,0 - 23,9	69	12,8	15,3	0,0	0,0	10,8	3,7	0,9	
24,0 - 27,9	20	13,4	6,2	0,0	1,6	3,8	0,6	0,2	
28,0 - 31,9	1	14,6	0,5	0,0	0,2	0,2	0,1	0,0	
TOTAIS	474		69,8	0,0	1,8	27,2	35,4	5,3	

DESBASTE AOS 16 ANOS

DIAMETRO LIM.de CLASSE	N/Ha	ALT MED	TOTAL	LAMIN.ESP.	VOLUME (m ³ /ha)			CELULOSE	ENERGIA
					LAMIN.	SERRARIA			
18,6 - 19,9	15	18,5	3,6	0,0	0,0	2,0	1,4	0,2	
20,0 - 23,9	135	19,3	43,3	0,0	0,0	30,4	11,0	1,9	
24,0 - 27,9	41	17,4	17,3	0,0	3,6	11,7	1,8	0,3	
28,0 - 31,9	17	17,6	9,5	0,0	4,7	3,5	1,0	0,2	
32,0 - 35,9	3	18,0	2,4	0,5	1,2	0,6	0,1	0,0	
TOTAIS	211		76,1	0,5	9,5	48,2	15,3	2,7	

CORTE FINAL AOS 22 ANOS

DIAMETRO LIM.de CLASSE	N/Ha	ALT MED	TOTAL	LAMIN.ESP.	VOLUME (m ³ /ha)			CELULOSE	ENERGIA
					LAMIN.	SERRARIA			
24,4 - 27,9	67	24,4	40,5	0,0	11,3	22,2	6,0	1,0	
28,0 - 31,9	131	25,1	106,6	0,0	59,7	35,6	9,4	1,9	
32,0 - 35,9	131	25,6	139,3	20,3	76,7	34,5	6,3	1,6	
36,0 - 39,9	110	26,1	150,4	55,5	65,2	20,2	8,5	1,0	
40,0 - 43,9	47	27,0	82,3	43,7	28,4	7,4	2,4	0,4	
TOTAIS	486		519,1	119,4	241,4	119,9	32,5	5,9	

Considerando-se cortes finais dos 24 aos 30 anos as produções seriam:

Quadro 5. Sortimentos de madeira, referentes às árvores removidas no corte final, considerando-se idades de 18 a 30 anos.

Corte final Idade (anos)	VOLUME (m ³ /há)					
	TOTAL	LAMIN.ESP.	LAMIN.	SERRARIA	CELULOSE	ENERGIA
18	387,3	28,2	173,5	149,1	30,9	5,6
20	462,7	67,4	214,6	143,6	31,3	5,7
24	609,1	167,9	264,3	137,6	33,9	5,4
26	675,9	214,6	293,0	128,4	34,6	5,3
28	740,9	266,9	296,4	140,2	32,3	5,5
30	799,9	317,3	316,6	130,7	29,9	5,4

De posse destes resultados pode-se efetuar a análise econômico-financeira através do PLANIN e do REPLAN. Considerando-se uma rotação de 22 anos e adotando-se os custos e preços apresentados no Quadro 6, para uma taxa de atratividade de 6% ao ano, através do software PLANIN tem-se:

Quadro 6 – Custos desde a implantação até o descarregamento da madeira na indústria e preços da madeira (rotação 22 anos).

CUSTOS		PREÇOS DA MADEIRA E JUROS	
1. Implantação.....	700,00/há	13. Lam. Especial	47,75/m ³
2. Corte.....	0,98/m ³	14. Laminação	27,91/m ³
3. Desgalhamento	0,18/m ³	15. Serraria	17,81/m ³
4. Extração.....	1,00/m ³	16. Celulose	8,94/m ³
5. Traçamento.....	0,18/m ³	17. Energia	7,72/m ³
6. Carregamento.....	0,71/m ³	18. Taxa Atratividade.....	6,0 %/ano
7. Transporte.....	2,30/m ³		
8. Descarregamento.....	0,67/m ³		
9. Administração	20,00/m ³		
10 Outros.....	/m ³		
11 Outros.....	/m ³		
12 Custo de terra.....	/m ³		

O sistema mostrará tabela de análise de sensibilidade para rentabilidade econômica em função de taxas de atratividade, de fluxo de caixa da idade de plantio à idade de corte final e de parâmetros para análise Econômico-Financeira. Esta última é apresentada no Quadro 7.

Quadro 7 - Parâmetros para análise Econômico-Financeira (rotação 22 anos)

Parâmetros para análise Econômico-Financeira	
Receita Total	16.879,92
Receita Total Líquida	10.830,52
Receita Total Média	767,27
Custo Total	6.049,40
Custo Total Médio	274,97
Receita Líquida Média	492,30
Valor Presente da Receita	4.968,41
Valor Presente dos Custos	2.599,41
Valor Presente Líquido	2.369,00
Valor Anual Equivalente	196,73
Razão Benefício/Custo	1,91
Valor Esperado da Terra	3.278,92
Taxa Interna de Retorno	12,40

Considerando idades de rotação variando dos 18 aos 30 anos e taxas de atratividade dos 6% aos 12%, através do terceiro software, o REPLAN, completa-se a análise, conforme mostram a Figura 1 e Quadro 8.

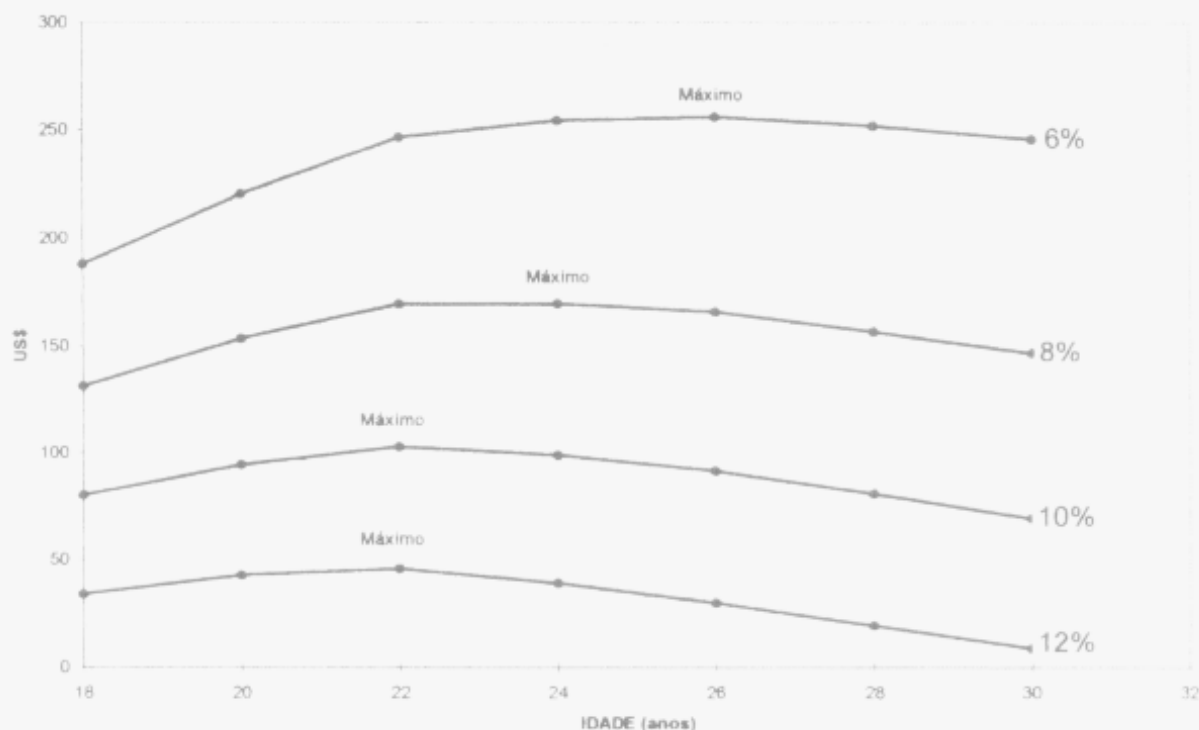


FIGURA 1. Valores anuais equivalentes (VAE) em função de Idades de Rotação a diferentes taxas de atratividade (rotação de 18 a 30 anos).

Quadro 8 – Valores anuais equivalentes (VAE) em função de Idades de Rotação a diferentes taxas de atratividade (rotação de 18 a 30 anos)

Idade (anos)	18	20	22	24	26	28	30	Taxa de atratividade
VAE	187,7	220,3	246,6	254,3	256,1	251,7	245,7	6%
VAE	131,0	153,3	169,1	169,5	165,3	156,3	146,3	8%
VAE	79,9	94,4	102,7	98,6	91,1	80,3	69,1	10%
VAE	34,0	42,6	45,7	39,0	30,1	19,2	8,6	12%

5. ALGUMAS ATIVIDADES QUE O SISPLAN POSSIBILITA AO ADMINISTRADOR:

Conforme evidencia esta apresentação, o SISPLAN oferece uma série de alternativas que subsidiarão um planejamento da produção das florestas de *P.taeda* e *P.elliottii*, tais como:

- A quantificação da produção anual presente e futura das florestas de *P.taeda* e *P.elliottii*, em função de regimes de manejo economicamente otimizados, tendo por base projeções e variações de custos e preços diversos.
- A quantificação da madeira produzida por classes de utilização industrial (laminação, serraria, celulose e energia).
- A realização de análise econômica da produção madeireira de pinus em larga escala, através de vários critérios de avaliação.
- A obtenção dos regimes ótimos de manejo para os povoamentos, em função do custo de produção, taxas de juros, preço de madeira no mercado consumidor e de necessidade de fornecimento de matéria prima para indústrias agregadas.

- A realização de análises de sensibilidade para a avaliação do comportamento dos custos e da rentabilidade da produção de madeira de povoamentos de pinus em função de variação nas taxas de atratividade e nos diversos centros de custos e preços.
- A elaboração de cronogramas para a realização de desbastes e de cortes finais, visando o rendimento auto-sustentável e a máxima rentabilidade econômica, e
- Adicionalmente os softwares PLANIN e REPLAN podem ser utilizados para outras espécies, pois são baseados em cálculos matemáticos independentes de aspectos biológicos de crescimento e produção das espécies.