



Série “Plus” de novos softwares da Embrapa para simulação simultânea de múltiplos regimes de manejo de florestas plantadas

Edilson Batista de Oliveira¹

¹Doutor em Engenharia Florestal, pesquisador na Embrapa Florestas, Colombo, PR, edilson.oliveira@embrapa.br

Resumo: O presente trabalho teve por objetivo apresentar novos softwares da Embrapa que, tendo por base os softwares da série “Sis” (SisEucalipto, SisPinus etc), possibilitam a simulação de múltiplos regimes de manejo para diversos talhões, simultaneamente. Para descrição dos softwares, foi utilizado o SisPinus-Plus, simulando dezoito regimes de manejo em cinco povoamentos de *Pinus taeda*. Por se integrarem com Excel e Access, os simuladores “Plus” viabilizam a interação com banco de dados e possibilitam que se trabalhe com uma extensa gama de opções, especialmente tecnologias do manejo florestal de precisão, como pesquisa operacional e inteligência artificial.

Palavras-chave: Manejo florestal de precisão; Modelagem estatística; Distribuição probabilística.

Introdução e objetivos

O desenvolvimento de simuladores de crescimento e produção florestal na Embrapa Florestas teve início na década de 1980. Ao longo dos anos, com apoio de Empresas Florestais, diversos softwares foram criados, inicialmente em linguagem em Pascal e posteriormente em Delphi. Tais softwares foram denominados por “Sis” seguido pelo nome popular da espécie ou gênero (SisAraucaria, SisPinus, SisTeca, etc). Eles descrevem como a floresta cresce e produz, conforme os regimes de manejo que o próprio usuário indica. No conjunto, foi incluído o software Planin, para cálculo dos parâmetros de avaliação econômico-financeira dos regimes de manejo. Assim, eles auxiliam as tomadas de decisão sobre: quando, o quanto e como desbastar, e quando fazer o corte final do povoamento, e indica o crescimento e produção da floresta, a produção por classes de diâmetro e o volume de madeira por tipo de utilização industrial (OLIVEIRA, 2012).

Os softwares envolvem algoritmos que integram distribuições probabilísticas com diversos modelos ligados à estrutura das florestas como equações de sítio, de volume e de afilamento do tronco.

As distribuições probabilísticas utilizadas são a S_b e S_b bivariada (SCHREUDER; HAFLEY, 1977). A distribuição S_b descreve a distribuição marginal do variável Diâmetro ou Altura de árvores de um povoamento em diferentes idades e a S_{bb} descreve a distribuição conjunta destas variáveis (OLIVEIRA, 2012). Alguns dos softwares usam a distribuição de Weibull (WEIBULL, 1951), para descrever a distribuição de Diâmetros. A

modelagem de mortalidade das árvores sempre utiliza a distribuição Binomial Negativa Acumulada.

Os softwares geram tabelas de crescimento e produção baseadas em informações que o usuário indica, relacionadas a características do sítio e do povoamento florestal. Também geram gráficos com variáveis básicas para o manejo florestal de precisão, como Porcentagem da Densidade Máxima que pode ser atingida pelo povoamento (Modelo de Reineke) e Índice de Espaçamento Relativo (Índice de Hart-Becking).

Todos os softwares estão disponibilizados para baixar no site da Embrapa Florestas (www.embrapa.br/florestas). Existem versões para *Pinus* (*P. taeda*, *P. elliottii*, *P. caribaea* Hondurensis), *Eucalyptus* (*E. urograndis*, *E. saligna*, *E. dunnii*), teca (*Tectona grandis*), cedro-australiano (*Toona ciliata*), mogno-africano (*Khaya ivorensis*), araucária (*Araucária angustifolia*) e bracatinga (*Mimosa scabrella*). Também estão disponíveis simuladores para o componente florestal de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF).

O presente trabalho tem por objetivo apresentar novos softwares que, tendo por base os softwares da série “Sis”, possibilitam a simulação de múltiplos regimes de manejo para diversos talhões, simultaneamente.

Material e métodos

Cinco talhões de *Pinus taeda*, com índices de sítio variando de 19 a 23 metros e idades de um a seis anos, serão utilizados para descrição dos softwares (Exemplo



1). Será utilizado o SisPinus-Plus. Os talhões possuem 1380 a 2000 árvores por hectare. Para todos eles, serão considerados dois desbastes, sendo o primeiro aos oito anos (sistemático com remoção da quinta linha, seguido de seletivo deixando 900 árvores por hectare) e o segundo aos 12 anos (seletivo deixando 600 árvores por hectare). A colheita final ocorrerá dos 16 aos 21 anos de idade dos plantios.

Resultados e discussão

• Entrada de dados

Na planilha de entrada de dados (Inventário) do SisPinus-Plus (Figura 1), estão inseridos os dados do Exemplo 1. Considerou-se que os talhões 1 e 2 têm índice de homogeneidade 5; para o talhão 3 o valor é 6 e os para os talhões 4 e 5 o valor é 4.

Valores referentes ao “Tipo” de entrada de dados dos povoamentos aparecem automaticamente na respectiva coluna da planilha, após preenchimento dos demais itens. O sistema contempla três “Tipos” de entrada de dados: Tipo 1. Número de árvores por hectare no plantio; Tipo 2. Número de árvores por hectare na idade do inventário, para sistemas já implantados; e Tipo 3. Número de árvores por hectare na idade do inventário acrescido da informação do valor da área basal ou o diâmetro quadrático médio das árvores.

• Importação de planilha Excel

O Software permite que as informações dos inventários dos povoamentos sejam importadas de arquivo Microsoft Excel (Figura 2). Isto agiliza o processo de entrada de dados e facilita a integração com bases de dados das empresas.

• Regimes de manejo para simulação

A definição das opções de desbastes e idades para a colheita final é realizada por meio da tela “Regimes de Manejo” (Figura 3). Com estas informações o software irá gerar todas as combinações possíveis. No Exemplo 1, além dos regimes de manejo envolvendo os dois desbastes nas seis idades, outras opções também são testadas.

A informação “R18” no item “Identificação” mostra uma caixa com as características do 18º regime de manejo. Para o Exemplo 1, foram gerados 18 regimes de manejo pelas combinações da composição da grade de desbastes com as seis idades de colheita final. Estas combinações são compostas por: a) regimes de manejo com os dois desbastes, b) regimes de manejo com apenas o primeiro desbaste aos 8 anos; e c) regimes de manejo sem desbastes. As três opções multiplicadas pelas seis idades resultam no total de regimes gerados.

No item “Num. Ordem” na caixa superior, o usuário informa a ordem do desbaste. Caso fosse incluído no

Talhao	Idade	Índice de Sitio	Densidade	Area Basal	Diametro	% Sobrevivencia	Homogeneidade	Tipo	Erro
1	5	22	1667		12		5	3	
2	1	20	2000			99	5	1	
3	4	23	1450	16			6	3	
4	7	22	1380		11		4	3	
5	6	19	1470		10		4	3	

Figura 1. Tela de entrada de dados do SisPinus-Plus.



	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Talhao	Idade	IndiceSítio	Densidade	AreaBasal	Diametro	SobrevivencialInicial	GrauHomogeneidade	MsgEr
2	1	5	22				12		5
3	2	1	20					95	5
4	3	4	23		16,0				6
5	4	7	22		11,0				4
6	5	6	19		10,0				4
7									

Figura 2. Planilha Excel para entrada de dados dos povoamentos por importação pelo SisPinus-Plus.

Figura 3. Tela de definição dos regimes de manejo para simulação.

Exemplo 1 mais uma opção de primeiro desbaste, seriam gerados 102 regimes de manejo.

• **Equações de sítio e volume**

As equações de sítio e de volume podem ser inseridas pelo usuário (Figura 4). Um teste de validação pode ser realizado, digitando-se valores nas caixas específicas da tela.

• **Resultados**

Clicando no item “Simulação” será aberta a tela para geração dos resultados (Figura 5). A coluna “Tipo Intervenção” apresentará valores “1” para resultados de desbastes e “2” para resultados de colheita final. Os resultados são apresentados por classes de DAP. O intervalo de classes de diâmetro deverá ser informado e, caso o usuário queira alterar o valor, ou queira mudar



SisPinus Plus - Pinus taeda

Arquivo Ajuda

Inventário Regimes de Manejo Equações **Simulação**

Equação de Sítio

Expressão: ?

Variáveis

Índice de Sítio: S =

Idade: A =

Resultado:

Equação de Volume

Expressão:

Variáveis

Diâmetro: D =

Altura: H =

Frequência: Freq =

Resultado:

Embrapa Florestas

Figura 4. Tela de equações do SisPinus-Plus.

SisPinus Plus - Pinus taeda

Arquivo Ajuda

Inventário Regimes de Manejo Equações **Simulação**

Parametros

Intervalo de Classes de Diâmetro:

Resultado

Talhão	Regime	Idade	Tipo Intervenção	Diâmetro Médio	Altura	Frequência	Volume	Msg
5	R 17	20	2	28,5	20,4	174,5	102,37	
5	R 17	20	2	31,5	21,2	89,7	66,67	
5	R 17	20	2	34,5	22,1	14,0	13,04	
5	R 18	8	1	7,5	8,5	39,6	0,67	
5	R 18	8	1	10,5	9,5	255,1	9,49	
5	R 18	8	1	13,5	9,8	192,6	12,15	
5	R 18	8	1	16,5	11,2	77,1	8,31	
5	R 18	8	1	19,5	12,3	4,2	0,70	
5	R 18	12	1	13,5	13,1	5,7	0,48	
5	R 18	12	1	16,5	14,0	61,9	8,33	
5	R 18	12	1	19,5	14,7	119,8	23,62	
5	R 18	12	1	22,5	15,3	89,7	24,62	
5	R 18	12	1	25,5	16,1	20,4	7,57	
5	R 18	21	2	16,5	17,6	0,9	0,16	
5	R 18	21	2	19,5	18,6	21,3	5,35	
5	R 18	21	2	22,5	19,4	88,6	30,80	
5	R 18	21	2	25,5	20,1	165,7	76,65	
5	R 18	21	2	28,5	20,8	179,6	107,40	
5	R 18	21	2	31,5	21,6	108,8	82,38	
5	R 18	21	2	34,5	22,5	24,7	23,43	

Embrapa Florestas

Figura 5. Tela de resultados da simulação dos dezoito regimes de manejo pelo SisPinus-Plus.



de itens das telas anteriores, ele deverá antes clicar em “Limpar Resultado”.

Clicando sobre qualquer linha da planilha de resultados e, em seguida, no botão “Detalhes”, será apresentada a Figura 6, mostrando os dados do talhão correspondente, desde o inventário, regime de manejo, até os valores do resultado gerados.

• **Exportação de resultados para planilha Excel**

Clicando em “Exportar para Excel” na planilha de resultados, o software irá possibilitar a abertura de uma planilha Excel específica para receber os valores das simulações realizadas (Figura 7).

• **Geração de resultados em Microsoft Access**

Os resultados são automaticamente gerados em Access (Figura 8).

Incluído no pacote do Microsoft Office, o Access é um sistema de gerenciamento de banco de dados com uma ampla biblioteca de soluções prontas que facilitam a criação de programas que controlam bases de dados, possibilitando adicionar, alterar, excluir e navegar dados facilmente. Ele permite a realização de consultas e emissão de relatórios. A grande vantagem do Access é a sua facilidade de uso.

A partir do Access, o usuário terá facilidade em utilizar os resultados em uma extensa gama de opções baseadas em banco de dados, especialmente tecnologias do manejo florestal de precisão como pesquisa operacional e inteligência artificial.

Quando o número de regimes de manejo e de talhões é muito elevado, o processo de exportação para Excel torna-se lento para as configurações dos computadores mais utilizados atualmente. Assim, a utilização das planilhas Access agiliza as operações.

Talhão x

Tipo de Inventário

Idade Índice de Sítio

% Sobrevivencia Inicial Densidade

Grau de Homogeneidade Area Basal

Regime

Desbastes

Idade	Tipo	Linha Cortada	Quant Remanescente	Area Remanescente
12	Seletivo	0	600	0,0
8	Sistematico+Seletivo	5	900	0,0

Idade do Corte Final

Resultado

Idade	Intervenção	Diâmetro	Altura	Frequência	Volume	Msg
21	Corte Final	19,5	18,6	21,3	5,35	
21	Corte Final	22,5	19,4	88,6	30,80	
21	Corte Final	25,5	20,1	165,7	76,65	
21	Corte Final	28,5	20,8	179,6	107,40	
21	Corte Final	31,5	21,6	108,8	82,38	
21	Corte Final	34,5	22,5	24,7	23,43	

Figura 6. Tela de detalhes de um talhão, regime de manejo e resultados da simulação pelo SisPinus-Plus.



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Regime	Talhao	Idade	TipoIntervenc	Diametro	Altura	Freqüencia	Volume
2	R 18	1	8	1	7,5	9,1	3	0,06
3	R 18	1	8	1	12,5	10,9	258	14,87
4	R 18	1	8	1	17,5	11,7	294	35,68
5	R 18	1	8	1	22,5	13,8	34	7,93
6	R 18	1	12	1	17,5	15,5	76	12,18
7	R 18	1	12	1	22,5	16,9	241	69,80
8	R 18	1	12	1	27,5	18,3	70	32,67
9	R 18	1	21	2	22,5	21,7	87	32,25
10	R 18	1	21	2	27,5	23,2	319	189,06
11	R 18	1	21	2	32,5	24,5	241	210,81
12	R 18	1	21	2	37,5	26,2	31	37,91
13								

Figura 7. Planilha de resultados exportados para Excel pelo SisPinus-Plus.

Id	Inventarioid	Regimeid	Regime	Talhao	Idade	TipoIntervencao	Diametro	Altura	Freqüencia	Volume
2805	79	98 R 1	1	20	2	12,5	15,0382039221552	4,31029949221499	0,3977263313	
2806	79	98 R 1	1	20	2	17,5	18,8222243147316	207,3841950561	46,94437904	
2807	79	98 R 1	1	20	2	22,5	21,3450443081394	709,744398327138	301,1791974	
2808	79	98 R 1	1	20	2	27,5	23,5745619571749	563,076320784335	394,2186668	
2809	79	98 R 1	1	20	2	32,5	25,9969614443453	66,6876833804467	71,91108547	
2810	79	99 R 2	1	8	1	7,5	9,01904698630043	4,07184863977923	0,0811214497	
2811	79	99 R 2	1	8	1	12,5	10,9533691699962	384,572221629662	25,84678698	
2812	79	99 R 2	1	8	1	17,5	12,35893685996067	1044,35184549872	155,2261731	
2813	79	99 R 2	1	8	1	22,5	13,9052405260513	102,437058280846	28,3179324	
2814	79	99 R 2	1	20	2	17,5	17,6502893261639	0,820172357667029	0,1740980695	
2815	79	99 R 2	1	20	2	22,5	19,5704999055027	32,608871014364	12,68713671	
2816	79	99 R 2	1	20	2	27,5	21,1113025208302	174,960565055012	109,693650	
2817	79	99 R 2	1	20	2	32,5	22,5868013810714	232,979093503993	218,2726438	
(Novo)		99 R 2	1	20	2	37,5	24,2538228301522	54,7117007347684	73,27972868	

Figura 8. Planilha de resultados em Access gerada pelo SisPinus-Plus.

Conclusões

O presente trabalho apresentou os novos softwares da Embrapa que possibilitam que os simuladores da série “Sis” processem múltiplos regimes de manejo para diversos talhões, simultaneamente.

Integrando-se com banco de dados, os softwares “Plus”, permitem que os resultados possam ser aplicados a uma extensa gama de tecnologias de análise ligadas ao manejo florestal de precisão, especialmente dentro da pesquisa operacional e inteligência artificial.

Por se integrarem com Excel e Access, os simuladores “Plus” viabilizam a interação com bancos de dados e possibilitam a aplicação dos resultados a uma extensa gama de opções, principalmente tecnologias de análise ligadas ao manejo florestal de precisão, como pesquisa operacional e inteligência artificial

Os softwares da série “Sis” originais geram planilhas com sortimento de madeira por classe diamétrica para usos múltiplos das árvores colhidas nos desbastes e no corte final. Este procedimento ainda está em

desenvolvimento para inserção na série “Plus”. Como os sortimentos se baseiam em funções relativamente simples, que utilizam DAP, Altura das Árvores e Freqüência (variáveis geradas pelos “Plus”), procedimentos com esta finalidade podem ser desenvolvidos paralelamente pelos próprios usuários em outros softwares e aplicados nas planilhas geradas simuladores “Plus”.

Referências

OLIVEIRA, E. B. **Softwares para manejo e análise econômica de plantações florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. (Embrapa Florestas. Documentos, 216).

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.

WEIBULL, W. A statistical distribution function of wide applicability. **Journal of Applied Mechanics**, v. 8, p. 293-297, 1951.