

SisPinus - DESENVOLVIMENTO E PERSPECTIVAS

Edilson Batista de Oliveira¹

Yeda Maria Malheiros de Oliveira²

RESUMO

O SisPinus é um software utilizado na prognose do crescimento e da produção de povoamentos de *Pinus elliottii* Engelm e *Pinus taeda* L no Brasil. A base para o seu desenvolvimento foi o simulador denominado NCSU - Managed Pine Plantation Growth & Yield Simulator, elaborado na Universidade Estadual da Carolina do Norte - EUA. O programa gera, a partir de características e medições do povoamento ainda jovem, tabelas de crescimento e produção para qualquer idade e tabelas de classes de diâmetro para as árvores provenientes de desbastes e do corte final. Isto tem grande aplicação prática pois possibilita a determinação de épocas e intensidades ideais para desbastes, bem como a determinação da idade ideal para o corte final. Após a apresentação dos passos para operacionalização do sistema e de um exemplo numérico de sua utilização, foram discutidos aspectos da base matemática do simulador, especialmente, das distribuições Sb (univariada, que descreve a distribuição marginal de diâmetro ou altura) e SBB (bivariada, que descreve a distribuição marginal conjunta de diâmetro e altura). Foram discutidas, também, as técnicas de determinação das estimativas dos parâmetros da distribuição e dos coeficientes das diversas funções utilizadas na estrutura do simulador. Foram destacados detalhes da segunda versão do SisPinus e das novas tecnologias que estão sendo incorporadas ao sistema.

Palavras-chave: Simulação, desbaste, *P.taeda*, *P.elliottii*.

¹ Eng. Agrônomo, M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, CNPF, Caixa Postal 3319, CEP 80.001 - Curitiba - PR.

² Eng. Florestal, M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, CNPF, Caixa Postal 3319, CEP 80.001 - Curitiba - PR.

SisPinus - DEVELOPMENT AND PERSPECTIVES

ABSTRACT

SisPinus is a software designed to forecast yield and production of **Pinus elliottii** Engelm e **Pinus taeda** L in Brasil. It was adapted from the NCSU - Managed Pine Plantation Growth & Yield Simulator, developed at North Carolina State University, USA. Once data from young plantations is entered, the software generates yield and growth tables for any plantation age as well as stand tables for thinning and final cut. Its usefulness lies on the possibility of determining the best timing and intensity of thinning as well as the best clear cutting age. Guidelines for use and a numeric example are presented. Its mathematical basis, especially the use of Sb distribution (univariate, describes the marginal distribution of diameters or heights) and SBB (bivariate, describes the simultaneous marginal distribution of diameters and heights), together with estimation techniques for the determination of distribution parameters and of equation coefficients in the simulator structure, were discussed. Besides, the data base and the mathematical procedures used to fit models is presented and details of the second version of SisPinus were highlighted.

Key-words: Simulation, thinning, **Pinus taeda**, **Pinus elliottii**.

1- INTRODUÇÃO.

O SISPINUS consiste em um software para a simulação do crescimento e da produção de povoamentos de **Pinus elliottii** Engel e **Pinus taeda** L. no Brasil. Este software foi originalmente desenvolvido pelo Dr. William L. Hafley, professor de ciências florestais e estatística da School of Forest Resources da North Carolina State University, USA; sendo denominado NCSU - Managed Pine Plantation Growth & Yield Simulator.

A adaptação do simulador as condições brasileiras ocorreu através da contratação, pela EMBRAPA / CENTRO NACIONAL DE PESQUISAS DE FLORESTAS, da consultoria do Dr. Hafley que, em conjunto com pesquisadores do CNPFlorestas, introduziu modificações no sistema original.

A primeira versão do SisPinus foi apresentada no 1o ENCONTRO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO FLORESTAL por OLIVEIRA et alii (1989). Neste mesmo ano, aproximadamente vinte Empresas e Instituições do Setor Florestal participaram de um curso ministrado pelo Dr. Hafley, no qual o software foi distribuído.

O SisPinus, a partir de informações e mensurações de um povoamento de **P.elliottii** ou **P.taeda** em idade jovem, gera tabelas com a prognose do crescimento e produção para qualquer idade e, também, tabelas de prognose da produção por classes de diâmetro, para as árvores provenientes de desbastes e do corte final. Isto possibilita ao técnico a determinação de épocas e intensidades ideais para desbastes, bem como a determinação da idade ideal para o corte final.

A seguir, serão descritos, resumidamente, alguns passos para a operacionalização do programa.

Inicialmente, são solicitadas ao usuário algumas informações que ficam apresentadas no vídeo do computador, conforme a TABELA 1.

TABELA 1

Informações solicitadas para a operação do SisPinus.

< 0 > ESPÉCIE.....	P.elliottii ou P.taeda
< 1 > ÍNDICE DE SÍTIO.....	(xx.xx) metros
< 2 > Nº DE ÁRVORES PLANTADAS POR HA.....	(xxxx)
< 3 > PORCENTAGEM DE SOBREVIVÊNCIA NO 1o ANO.....	(xx)
< 4 > OUTPUTS	
Idade Inicial....(xx) (anos)	
Idade Final.....(xx) (anos)	
Intervalos de.....(xx) (anos)	
< 5 > IDADE DO PRIMEIRO DESBASTE.....	(x) anos
< 6 > EQUAÇÃO ALTURA/IDADE A SER UTILIZADA.....	(nome)
< 7 > EQUAÇÃO DE VOLUME A SER UTILIZADA.....	(nome)

Os campos com " x " são destinados a digitação das informações solicitadas, conforme o exemplo da TABELA 2.

A opção <0> e <1> referem-se, respectivamente, a indicação da espécie de Pinus a ser utilizada e ao ÍNDICE de sitio em que se encontra o povoamento.

Na opção <2> é solicitado o número de árvores que foram plantadas. Esta opção possibilita, também, que o usuário informe o número de árvores do povoamento em qualquer idade, ou ainda, a área basal por hectare ou o diâmetro médio quadrático (dg), dados que possibilitarão resultados com maior precisão. A opção <3> refere-se a porcentagem de sobrevivência no primeiro ano.

Com a opção <4> o usuário deverá informar as idades selecionadas para os relatórios.

Na opção <5> deverá ser indicada a idade do primeiro desbaste. O tipo de desbaste (seletivo, sistemático ou misto) e a sua intensidade deverão ser informados quando o SisPinus apresentar a Tabela de Produção da idade inicial até a idade em que o desbaste foi programado (Exemplo 2.). Esta tabela facilita a tomada de decisões pelo usuário, por apresentar as condições do povoamento no momento da simulação do desbaste.

Com os itens <6> e <7> são apresentadas tabelas com as equações disponíveis, com a opção do operador anexar novos modelos.

EXEMPLO 1

Sem desbastes programados para o povoamento.

<0> ESPÉCIE.....	P. TAEDA
<1> ÍNDICE DE SITIO.....	21.00 metros
<2> Nº DE ÁRVORES PLANTADAS POR HA.....	2000
<3> PORCENTAGEM DE SOBREVIVÊNCIA NO 1o ANO.....	95
<4> OUTPUTS	
Idade Inicial.....	02 (anos)
Idade Final.....	20 (anos)
Intervalos de.....	02 (anos)
<5> IDADE DO PRIMEIRO DESBASTE.....	0 anos
<6> EQUAÇÃO ALTURA/IDADE A SER UTILIZADA.....	CNPFlorestas
<7> EQUAÇÃO DE VOLUME A SER UTILIZADA.....	Nº 1

Estes dados resultam a seguinte Tabela de Produção:

TABELA DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO
(*Pinus taeda*)

Índice de Sitio (idade Índice 15) 21.0 M		Densidade (árvores/ha) 2000		Porcentagem de sobrevivência 95		Sobrev. Inicial (árvores/ha) 1900		
ALT.		DIAM		ALT		ÁREA	VOL.	IMA ICA TOTAL
IDADE anos	DOM. m	N/HA cm	MED m	MED m2	BASAL m3(c/c)			
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
10	15.2	1878	17.1	13.1	42.9	262.1	26.2	52.0
12	17.7	1849	19.0	15.2	52.4	371.4	31.0	55.2
14	19.9	1806	20.6	17.1	60.4	481.6	34.4	54.8
16	22.0	1748	22.0	18.8	66.6	586.1	36.6	51.2
18	23.9	1679	23.2	20.4	71.2	680.3	37.8	45.6
20	25.7	1601	24.3	22.0	74.1	761.0	38.1	38.6

Em seguida, o SisPinus perguntará se o usuário deseja uma Tabela de Frequência por classes de diâmetro da produção final. Caso a resposta seja negativa, o sistema retorna ao início (primeira tabela do Exemplo 1), pronto para novos processamentos. No caso de resposta afirmativa, ele deverá informar o Intervalo de Classe desejado, então a seguinte tabela será apresentada, neste exemplo com Intervalo de Classe de 2.0 cm.

**TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS
NO CORTE FINAL (20 ANOS).**

DIÂMETRO LIM.de CLASSE	N/Ha	ALT MED	VOLUME m3 (c/c)
10.0 - 11.9	14	16.8	1.0
12.0 - 13.9	60	18.5	6.7
14.0 - 15.9	104	19.4	16.2
16.0 - 17.9	137	20.1	28.3
18.0 - 19.9	160	20.7	42.5
20.0 - 21.9	174	21.2	58.2
22.0 - 23.9	182	21.7	74.5
24.0 - 25.9	182	22.2	90.4
26.0 - 27.9	176	22.7	103.8
28.0 - 29.9	160	23.2	115.5
30.0 - 31.9	132	23.8	112.0
32.0 - 33.9	89	24.5	87.9
34.0 - 35.9	31	25.5	35.7
TOTAIS	1601		772.6

EXEMPLO 2.

Condições idênticas ao Exemplo 1, entretanto com um desbaste
aos 9 anos de idade.

<0> ESPÉCIE.....	P. TAEDA
<1> ÍNDICE DE SITIO.....	21.00 metros
<2> Nº DE ÁRVORES PLANTADAS POR HA.....	2000
<3> PORCENTAGEM DE SOBREVIVÊNCIA NO 1o ANO.....	95
<4> OUTPUTS	
Idade Inicial.....	.02 (anos)
Idade Final.....	.22 (anos)
Intervalos de.....	.02 (anos)
<5> IDADE DO PRIMEIRO DESBASTE.....	9 anos
<6> EQUAÇÃO ALTURA/IDADE A SER UTILIZADA.....	CNP Florestas
<7> EQUAÇÃO DE VOLUME A SER UTILIZADA.....	Nº 1

A seguinte tabela de produção será apresentada:

TABELA DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO
(*Pinus taeda*)

Índice de Sitio (idade Índice 15) 21.0 M	Densidade (árvores/ha) 2000	Porcentagem de sobrevivência 95	Sobrev. Inicial (árvores/ha) 1900					
ALT. IDADE	DOM.	DIAM N/HA	MED MED	ALT MED	ÁREA BASAL	VOL.	IMA ICA	ICA TOTAL
anos	m	cm	m	m2	m3(c/c)			
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

PRONTO PARA DESBASTE

Tecla <ENTER> para continuar:

Teclando ENTER, aparecerá um quadro com as opções de tipos de desbastes e as instruções para o usuário indicar as intensidades desejadas.

Se a opção for desbaste seletivo, o operador deverá indicar a ÁREA basal ou, então, o número de árvores por hectare que deverá permanecer no povoamento após a operação de desbaste. Se for sistemático, indicar o número de linhas a ser removido (ex: 1 em cada 3 linhas). Para um desbaste misto, o SisPinus processará o desbaste sistemático e, em seguida, nas linhas remanescentes, o seletivo, onde as informações solicitadas serão as mesmas das opções anteriores.

Neste ponto o usuário poderá informar, também, se haverá outro desbaste e a idade de sua realização.

Considerando-se que seja solicitado, aos 9 anos, um desbaste sistemático removendo-se 1 em cada três linhas e um desbaste seletivo nas remanescentes, de forma a deixar 1200 árvores no povoamento. A TABELA DE PRODUÇÃO terá a seguinte continuação:

DESBASTE PELA REMOÇÃO DE 1 LINHA 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

Se o usuário solicitar Tabelas de Frequência por classes de diâmetro, também com intervalos de classe de 2.0 cm ele obterá as seguintes tabelas:

TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS AOS 9 ANOS DE IDADE.

DIÂMETRO LIM.de CLASSE	N/Ha	ALT MED	VOLUME m3 (c/c)
4.0 - 5.9	9	9.3	0.1
6.0 - 7.9	48	10.2	0.8
8.0 - 9.9	53	10.5	1.6
10.0 - 11.9	77	11.1	3.6
12.0 - 13.9	96	11.5	6.6
14.0 - 15.9	108	11.8	10.2
16.0 - 17.9	111	12.2	14.2
18.0 - 19.9	96	12.6	16.0
20.0 - 21.9	64	13.0	13.6
22.0 - 23.9	22	13.5	5.8
24.0 - 25.1	1	13.9	0.2
TOTAIS	685		72.8

**TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS
NO CORTE FINAL (20 ANOS).**

DIÂMETRO LIM.de CLASSE	N/Ha	ALT MED	VOLUME m ³ (c/c)
4.0 - 5.9	9	9.3	0.1
12.9 - 13.9	2	18.5	0.2
14.0 - 15.9	27	19.7	4.2
16.0 - 17.9	60	20.7	12.6
18.0 - 19.9	84	21.5	22.9
20.0 - 21.9	101	22.1	34.6
22.0 - 23.9	111	22.7	47.3
24.0 - 25.9	117	23.3	62.6
26.0 - 27.9	119	23.9	76.1
28.0 - 29.9	117	24.4	88.4
30.0 - 31.9	110	25.0	97.5
32.0 - 33.9	97	25.7	99.6
34.0 - 35.9	74	26.5	89.1
36.0 - 37.9	40	27.5	55.5
38.0 - 39.9	5	29.3	7.7
TOTAIS	1064		698.4

3- A BASE MATEMÁTICA DO SisPinus

O trabalho desenvolvido pelo Dr. Hafley com os algoritmos do simulador e com as técnicas matemáticas do sistema iniciou-se em meados da década de 70, na NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY, EUA.

Com os estudos de HAFLEY & SCHREUDER (1977) ficou demonstrada a viabilidade da aplicação da distribuição Sb (JOHNSON 1949a) nas análises de distribuição de diâmetro e de altura de árvores. SCHREUDER & HAFLEY (1977), posteriormente, discutiram uma extensão bivariada da distribuição Sb, a Sbb (Johnson 1949b), que descreve a distribuição marginal conjunta de diâmetro e altura. Segundo estes autores, a distribuição bivariada possibilita uma melhor descrição das características dos povoamentos, nas diferentes idades, porque considera as medições de diâmetro e altura das árvores, de forma interrelacionada. Estes foram os principais trabalhos que serviram de base para utilização destas distribuições na prognose do crescimento e da produção dos povoamentos de Pinus.

HAFLEY et alii (1982), aplicando o modelo bivariado, apresentaram uma série de tabelas de produção de plantios de *Pinus taeda* L. não desbastados.

SMITH & HAFLEY (1986) demonstraram a viabilidade da expansão deste modelo para prognose do crescimento e da produção de povoamentos em que são praticados desbastes. As técnicas matemáticas para a descrição da estrutura do povoamentos e projeção de suas produções, quando são praticados desbastes ou não, foram apresentadas por HAFLEY & BUFORD (1985).

A distribuição Sbb e uma bivariada em que cada uma das variáveis que a compõe, por exemplo: D (diâmetro) e H (altura), possui distribuição Sb.

Definindo cada variável como:

$$Z_D = \gamma_D + \delta_D \ln \left(\frac{\chi_D - \xi_D}{\lambda_D + \xi_D - \xi_D} \right)$$

e

$$Z_H = \gamma_H + \delta_H \ln \left(\frac{\chi_H - \xi_H}{\lambda_H + \xi_H - \xi_H} \right)$$

onde:

Z_D e Z_H tem distribuição normal bivariada com correlação, segundo a função:

$$f(Z_D, Z_H) = [2\pi(1-\rho^2)^{1/2}]^{-1} \exp [-1/2(1-\rho^2)^{-1} (Z_D^2 - 2\rho Z_D Z_H + Z_H^2)],$$

com os parâmetros ξ_D e ξ_H que representam, respectivamente, os valores mínimos de D e H na população; e λ_D e λ_H que representam a amplitude dos valores de D e H em cada ponto no desenvolvimento da população. ρ é a correlação entre z_D e z_H . Os outros parâmetros λ_D , λ_H , ξ_D e ξ_H não podem ser relacionados a característica individuais do povoamento, mas sim através de expressões.

Os métodos de estimação destes nove parâmetros são descritos por SCHREUDER & HAFLEY (1977) e HAFLEY & BUFORD (1985). Considerando-se as variáveis Diâmetro e Altura como variáveis x_i , $i = D$ ou $i = H$, o estimador de máxima verosimilhança para o parâmetro δ será:

$$\hat{\delta} = \frac{1}{S_f} \quad S_f = \left(\frac{\sum (f_j - \bar{f})^2}{n} \right)^{1/2} \quad \text{e} \quad f_j = \ln \left(\frac{x_j - \xi}{\xi + \lambda - x_j} \right), j = 1, \dots, n.$$

$$\gamma = \frac{2x_m - \xi - \lambda - \delta}{\lambda \delta} \ln \left(\frac{x_m - \xi}{\lambda + \xi - x_m} \right)$$

onde x_m é a moda de x .

Assim, os métodos utilizam expressões que envolvem apenas as estimativas da moda, do menor e do maior valor de cada variável e do desvios padrões destas variáveis, associados a cada idade em que se deseja a descrição do povoamento e da correlação entre zD e zH . Na Tabela 3a estão apresentadas as equações utilizadas na determinação destas estimativas, conforme HAFLEY & BUFORD (1985).

TABELA 3A.

Modelos de equações de determinação das estimativas de característica de povoamentos utilizadas pelo simulador.

1. $SIa = a1(b1 + c1SI)$
2. $Hm = Hu(a2 + b2A)$
3. $H1 = Hua3[1 - \exp(-b3A)]$
4. $sH = a4[1 - \exp(-b4A)]c$
5. $Du = a5[1 - \exp(-b5HD)]c$
6. $Dm = Dua6[1 - \exp(-b6HD)]$
7. $D1 = Dua7[1 - \exp(-b7HD)]c$
8. $sD = a8[1 - \exp(1 - b8HD)]c$
9. $(zD, zH) = a9 + b9\cos(c9HD) + d9HD$

onde:

Hu = altura estimada em função de **SIa** e idade, através da curva altura/idade adotada,

Du = maior diâmetro,

Hm e Dm = altura e diâmetro modais, respectivamente,

H1 e D1 = menores alturas e diâmetros, respectivamente,

sH e sD = desvios padrões de alturas e diâmetros, respectivamente,

(zD, zH) = correlação entre zD e zH ,

HD = altura dominante,

SI = índice de sitio,

SIa = índice de sitio ajustado,

A = idade do povoamento.

Na Tabela 3b estão as estimativas dos coeficientes das equações apresentadas na Tabela 3a.

TABELA 3B
 Coeficientes das equações da Tabela 3a.

ai	bi	ci
1. $1 - \exp(-0.693.S)$	-1.1	1.12
2. $0.86165 - 2.2805/S^2$ $0.584 + 0.004.S$	$0.000973 + 0.01718/S^2$ 0.0385	
4. $23.164 - 0.59367.S -$ $0.0106.S^2$	$0.01198 + 0.0002435.S$	0.88
5. $5.025 + 2.1456.S -$ $0.0398.S^2$	$0.0245 - 0.00205.S +$ $0.00007856.S^2$	$1.1615 - 0.04506.S$ $0.00241.S^2$
6. $0.8439 - 1.063/S$	$0.0467 + 0.31867/S$	
7. $0.08 - 1.715/S$	$0.0226 + 0.06563/S$	$5.568 - 15.96/S$
8. 2.03	$0.02396 + 0.000487.S$	$2.164 - 0.05138.S$
9. $0.91.\exp(-0.01061.S)$	$0.0725.S0.41587$	$0.0445 + 0.0803/S$
$d9 = 0.000708 + 0.001278/S$ onde S = (43560/sobrevivência inicial por acre) ^{1/2}		

As equações com estes coeficientes foram utilizadas no modelo de prognose do crescimento e da produção na versão original do simulador.

4 - AJUSTE DO SIMULADOR PARA O BRASIL.

As distribuições e os procedimentos específicos para a prognose de mortalidade de árvores, em função de idade e condições silviculturais do povoamento, foram apresentadas por HAFLEY & BUFORD (1985). Estas funções, com os coeficientes e parâmetros da versão original do simulador, ajustaram-se as condições brasileiras, com uma correção no fator idade. Esta correção baseou-se em observações de HAFLEY (1989) que verificou apresentarem os povoamentos de P.taeda e P.elliottii no sul do Brasil, aos 15 anos de idade, aparência semelhante aos povoamentos das mesmas espécies aos 25 anos de idade no sudeste dos Estados Unidos.

As funções de mortalidade do sistema original, descritas por HAFLEY & BUFORD (1985), ajustaram-se bem aos plantios brasileiros, apenas com a correção desta relação.

Os procedimentos matemáticos envolvendo a distribuição Sbb, que levam a obtenção das estimativas do crescimento e da produção nas diferentes condições

de povoamentos e diferentes possibilidades de desbastes, são descritos por HAFLEY & BUFORD (1985). Por tratarem-se apenas de técnicas algébricas que compõem o algoritmo, não foi necessária qualquer modificação destes procedimentos no ajuste do simulador para o Brasil. As modificações matemáticas introduzidas, em relação a distribuição SBB, foram nos coeficientes das diversas funções utilizadas para estimar os parâmetros (TABELA 3b).

A base de dados utilizada no ajuste do simulador foi obtida de parcelas do Inventário Florestal Contínuo instaladas nas Florestas Nacionais de Capão Bonito (SP), Irati (PR), Três Barras (SC) e São Francisco de Paula (RS). A relação Altura Dominante/Idade, utilizadas nas classificações de sítios e introduzidas no SisPinus, foi obtida de, aproximadamente, duzentos locais para cada uma das espécies, por análise de tronco. Os procedimentos utilizados e os resultados obtidos nestas classificações são apresentados por OLIVEIRA & OLIVEIRA (1990).

5- INCORPORAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS AO SisPinus

A base de dados utilizada no ajuste do programa vem sendo ampliada com a novas mensurações e com dados obtidos através de Empresas que plantam Pinus. Com estes dados vêm sendo obtidas estimativas mais precisas para o simulador, num processo de aperfeiçoamento contínuo, que visa abranger novas regiões e acompanhar o melhoramento genético das espécies.

O SisPinus foi anexado a sistemas computadorizados de otimização para planejamento da Empresa a longo prazo (CARNIERI ET ALII- 1991).

Procedimentos de análise econômica da produção serão anexadas. Estudos de programação matemática, visando rotinas específicas para esta técnica, estão sendo realizados. Pretende-se incorporar ao sistema tabelas de sortimento de madeira para laminação e serraria.

Seguindo-se os mesmos procedimentos utilizados no ajuste do sistema para as espécies *P.taeda* e *P.elliottii* haverá uma ampliação do SisPinus para prognose do crescimento e da produção de outras espécies de Pinus.

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARNIERI, C.; GAVINHO, L.; MAESTRI, R. Um modelo de otimização para planejamento de longo prazo. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. *Anais...* Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1992. (no prelo).

JOHNSON, N.L. Systems of frequency curves generalized by methods of translation. *Biometrika*, v.36, p.149-176, 1949a.

JOHNSON, N.L. Bivariate distributions based on simple translation systems. *Biometrika*, v.36, p.297-304, 1949b

- HAFLEY, W.L. Growth and yield model for **Pinus taeda** and **Pinus elliottii** in Brasil. (Thirth consultancy visit); consultant final report IICA/EMBRAPA- PROCENSUL II. Brasília: IICA/EMBRAPA, 1989. 9p. (Serie Publicações Miscelâneas, A4/BR-89-045).
- HAFLEY, W.L.; BUFORD, M.A. A bivariate model for growth and yield prediction. **Southern Journal of Applied Forestry**, Bethesda, v.31, n.1, p.237-247, 1985.
- HAFLEY, W.L.; SCHREUDER, H.T. Statistical distribution for fitting diameter and hight data in even-aged stand. **Canadian Journal of Forest Research**, v.7, p.481-487, 1977.
- HAFLEY, W.L.; SMITH, W.D.; BUFORD M.A. **A new yield production model for unthinned loblolly pine in plantations**. Raleigh: Southern Forest Research Center, North Carolina State University, 1982. 63p. (Technical Report, 1).
- OLIVEIRA, Y.M.M.de; OLIVEIRA E.B.de; HAFLEY. W.L. Classificação de sitio para povoamentos de **Pinus taeda** no sul do Brasil. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordao. **Anais...** SAO PAULO: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. p. 357-361.
- OLIVEIRA, Y.M.M.de; OLIVEIRA E.B.de; HAFLEY. W.L. SisPinus - Simulador de crescimento e produção de **Pinus elliottii** e **Pinus taeda** sob manejo no sul do Brasil. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO FLORESTAL, 1., 1989, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1989. p.107-18.
- SCHREUDER, H.T. ; HAFLEY, W.L. A useful bivariate distribution for describing stand structure of tree heights and diameter. **Biometrics**, v.33, p.471-477, 1977.
- SMITH, W.D.; HAFLEY, W.L. Evaluation of a loblolly pine plantation thinning model. **Southern Journal of Applied Forestry**, Bethesda, v.10, n.1, p.52-63, 1986.