

PRODUTIVIDADE DE PLANTAÇÕES NO NORDESTE BRASILEIRO

Hilton Thadeu Z. do Couto*
José Otávio Brito*

1 - Introdução

Nos últimos anos notou-se um Corte aumento nos reflorestamentos no Nordeste Legal Brasileiro e as perspectivas são para que essa tendência se mantenha, quer pelos baixos custos da terra, quer pela proximidade do litoral caminho natural de exportação ou de fontes consumidoras da própria região. Até 1980, mais de um milhão de hectares já tinham sido aprovados pelo IBDF para implantação de projetos de reflorestamentos no Nordeste.

Entretanto poucas informações se tem sobre a produtividade dos plantios ali realizados, informações essas que viriam auxiliar no planejamento e estudos de viabilidade para a utilização industrial da madeira.

São diversos os fatores que incluem na produtividade das plantações florestais: solo, clima, práticas de manejo e fatores biológicos.

Considera-se como fatores biológicos de grande importância, as propriedades genéticas do material estudado, ataques de pragas, doenças, microbiologia do solo (micorrizas) e vegetação de sub-bosque.

Portanto são vários os componentes de um sistema complexo e dinâmico que influem no crescimento de árvores. No Nordeste, todos esses componentes estão presentes e atuantes e alguns são limitantes ao crescimento das árvores. Para avaliar a produtividade, isolar esses fatores e cobrir a variação devida e componentes desconhecidos que poderiam estar influenciando nela é que se estabelece sistemas de amostragem que nos oferece um mínimo de confiabilidade previamente estabelecida.

2 - Sistemas de amostragem

São vários os sistemas de amostragem encontrados na literatura e são escolhidos dependendo da área a ser levantada, da confiabilidade de plantas e mapas, da disponibilidade de fotografias aéreas e outros recursos de sensoriamento remoto (imagem de satélite ou radar), dos objetivos do levantamento e de informações sobre "site", espécies, idade, procedência, espaçamento, fertilização mineral, vegetação anterior, etc.

O sistema mais usado que se adapta aos reflorestamentos mais comuns no Brasil e o método de amostragem estratificada aleatório.

Esse método, embora ideal para estratos com área superior a 100 hectares, fornece informações por tipo florestal (estrato) que irá orientar o manejo e os futuros plantios. Teremos então, para cada "site", espécie, idade, procedência, espaçamento, etc., uma informação sobre volume, peso, ou outra variável que se pretende avaliar.

Por outro lado, a unidade de amostragem (parcela) é distribuída no talhão que é a unidade mais simples de manejo e de exploração. Essa informação vai permitir que o pagamento do corte seja feito por árvore cortada, pois as parcelas vão fornecer além da produtividade, o número de árvores para formar 1 m³ ou 1 estéreo de madeira, que é a unidade de comercialização. A experiência mostra que em plantações homogêneas a

* Professores – Departamento de Silvicultura – ESALQ – USP.

intensidade de 1 unidade de amostra para cada 15 hectares é um bom ponto de partida, permitindo pouca volta ao campo para novas medições.

3 - Tamanho de parcelas

O tamanho e forma das unidades de amostra deve ser tal que evite ao máximo deslocamentos nos povoamentos florestais. Quanto menor o tamanho das parcelas maior o número de parcelas necessárias para cobrir a variação de um determinado estrato, enquanto que, se escolhermos tamanhos acima do ótimo, estaremos aumentando os custos do inventário sem aumentar a precisão do mesmo.

O método mais usado para a determinação do tamanho de parcelas é o da curvatura máxima. Esse método consiste em coletarmos um determinado número de parcelas (em geral 10) de diversos tamanhos e formas, calcular o volume de cada uma e o coeficiente de variação para cada tamanho e forma, como é exemplificado na Tabela 1:

Tabela 1: Coeficiente de variação para diferentes tamanhos e formas de parcela no Norte do Espírito Santo e Sul da Bahia (Eucalyptus).

Retangular		Circular		Quadrada (aprox.)	
Tamanho	C.V. (%)	Tamanho	C.V. (%)	Tamanho	C.V. (%)
9 x 12 m = 108 m ²	36,21	100 m ² (r = 5,64 m)	42,36	9 x 10 m = 90 m ²	52,30
12 x 16 m = 198 m ²	31,14	200 m ² (r = 7,98 m)	40,28	14 x 14 m = 210 m ²	46,23
15 x 20 m = 300 m ²	28,11	300 m ² (r = 9,77 m)	30,16	18 x 16 m = 288 m ²	43,61
18 x 22 m = 396 m ²	20,69	400 m ² (r = 11,28 m)	24,42	21 x 20 m = 420 m ²	35,48
21 x 24 m = 504 m ²	18,26	500 m ² (r = 12,62 m)	25,81	21 x 22 m = 462 m ²	28,10
21 x 28 m = 588 m ²	17,15	600 m ² (r = 13,28 m)	21,14	24 x 24 m = 576 m ²	23,40
24 x 30 m = 720 m ²	18,01	700 m ² (r = 14,93 m)	20,98	27 x 26 m = 702 m ²	22,64
24 x 34 m = 816 m ²	19,75	800 m ² (r = 15,96 m)	19,96	30 x 28 m = 840 m ²	24,68
27 x 34 m = 918 m ²	17,28	900 m ² (r = 16,93 m)	20,41	30 x 30 m = 900 m ²	24,68
27 x 38 m = 1026 m ²	18,41	1000 m ² (r = 17,84 m)	19,74	33 x 33 m = 1089 m ²	19,98

O passo seguinte nesse método é colocar os valores de coeficiente de variação e o tamanho da parcela em um gráfico e determinar o ponto de curvatura máxima ou estabilização do coeficiente de variação como mostra a Figura 1:

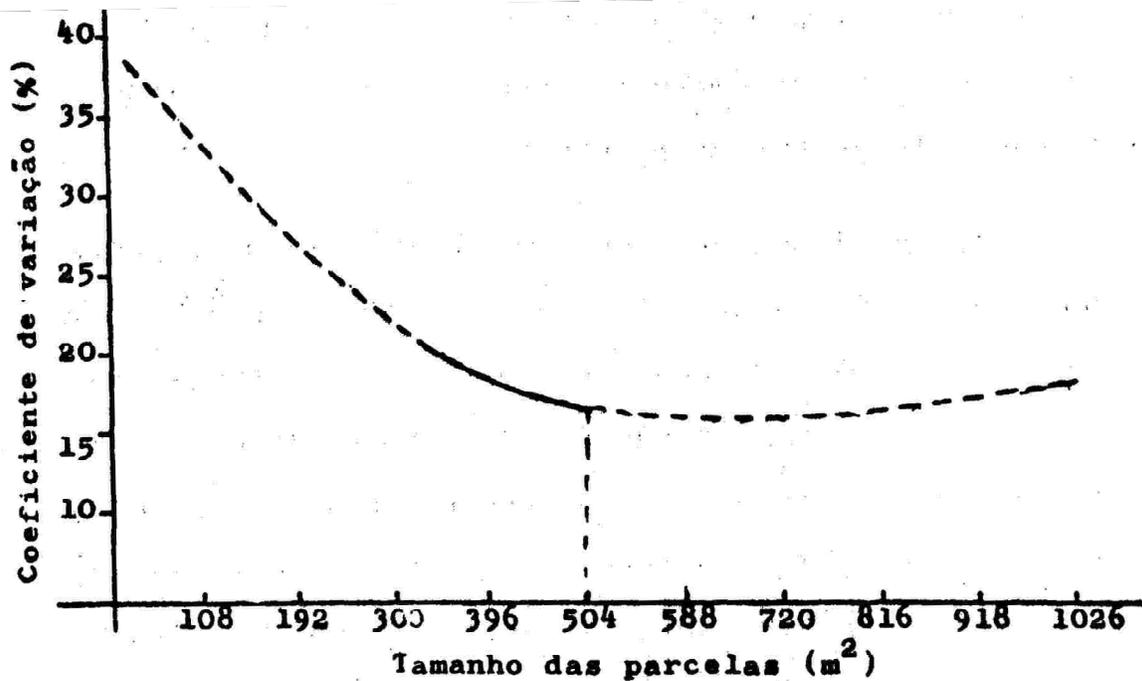


Figura 1: Tamanho da parcela de forma retangular e o coeficiente de variação.

Nota-se que há uma estabilização no coeficiente de variação ao redor do tamanho 500 m². Como segurança poderíamos usar parcelas com tamanho um pouco maior, isto é, de 540 m², ou menos 594 m².

É importante ressaltar que se escolhe o tamanho da parcela em função do espaçamento entre árvores para que não se introduza um erro sistemático na determinação de volume.

4 – Medições de campo

Uma vez definida a forma e tamanho das parcelas e as mesmas terem sido alocadas nos talhões de forma aleatória, inicia-se a fase de coleta de dados em fichas especiais, que no caso de ser usado computador, as mesmas devem ser adaptadas para automatizar a digitação dos dados. Essas fichas devem conter todas as informações sobre a parcela, o talhão, estrato e o projeto de reflorestamento.

Em geral mede-se todos os diâmetros ou circunferências das árvores da parcela e todas as alturas totais. Em alguns casos pode-se medir apenas uma porção das alturas totais (mínimo de 20 árvores) sendo que as demais alturas são estimadas através de regressão para cada parcela, já que existe uma boa correlação DAP - altura para um mesmo índice de sítio. Se englobarmos sítios diferentes essa correlação diminui. Além desses dados de DAP e altura deve-se coletar outras informações como árvores doentes, quebradas, rabo-de-raposa bifurcação, etc. Essas informações são importantes para o manejo e futuros plantios ou reformas.

5 - Equações volumétricas e de empilhamento

Para o cálculo de volume com ou sem casca, ou mesmo peso da parcela, deve-se fazer uma equação usando-se dados de árvores abatidas e calculando-se o volume através da fórmula de Smalian.

Tendo-se o volume com e sem casca ou o peso, assim como o DAP e a altura total de cada árvore gera-se uma equação onde o volume ou peso é função de DAP e altura total. Existem vários modos de se escolher um modelo de regressão através do método dos quadrados mínimos:

- a) testando equações tradicionais apresentadas na literatura especializada;
- b) através do procedimento passo-a-passo (stepwise);
- c) usando procedimentos não-lineares.

Existem na literatura especializada alguns modelos já consagrados como:

- variável combinada: $V = a + bD^2H + e$

- Schumacher $V = aD^bH^c + e$

que devem ser testados.

Entretanto, confiar apenas nessas duas equações não é seguro, principalmente em regiões onde há escassez de informações. Por isso deve-se lançar mão do procedimento passo-a-passo, que através de computação eletrônica, ha seleção de modelo que nem sempre é igual aos modelos tradicionais. Esse procedimento consiste em introduzir no computador algumas variáveis dependentes (V e log(V)) e várias independentes (D, H, log(D), log(H), D²H, DH, log(D²H), D², H², D³, H³, DH², etc, e o computador, através do método dos quadrados mínimos, seleciona os modelos com maior significância.

Já os procedimentos não-lineares, também um método iterativo para uso em computador, testa modelos tradicionais não-lineares como:

- Schumacher: $V = aD^b H^c + e$

- Variável combinada: $V = a(D^2H)^b + e$

A diferença e na estimativa dos parâmetros, que através do método dos quadrados mínimos, a equação de Schumacher deve ser linearizada,, ou seja

$$\log(V) = a + b\log(D) + c\log(H) + \log e$$

sendo o erro portanto multiplicativo e não aditivo.

Como a unidade de comercialização de madeira no Brasil é geralmente feita em metros cúbicos empilhados (estéreos), devemos relatar os resultados nessa unidade. Sabe-se que há grandes influências no fator de empilhamento, principalmente no modo como é empilhada. Entretanto, temos encontrado uma forte correlação do fator de empilhamento como o DAP e altura das árvores, para cada espécie e/ou procedência, como mostra a Figura 2.

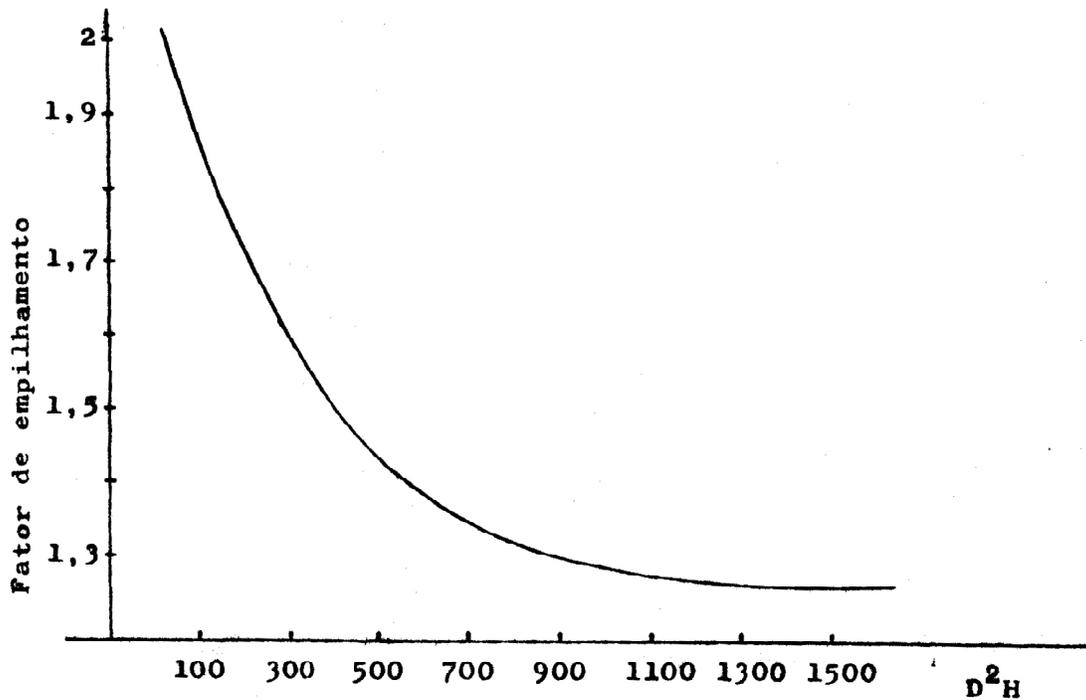


Figura 2: Fator de empilhamento em função do DAP e altura total.

6 – Alguns resultados na Bahia

Através da metodologia descrita foram levantadas as seguintes informações:

a) Casca

O volume de casca é importante quando se pretende estudar a utilização dos povoamentos florestais, quer para celulose e papel, quer para fins energéticos. No primeiro caso é comum se usar a madeira sem casca para a produção de celulose e a casca para produção de energia, quando descascada nas fábricas. Deve-se ressaltar que o descascamento é uma operação onerosa, correspondente a 50% dos custos de exploração. Por outro lado, para fins energéticos, a madeira geralmente é consumida com casca e esta deve ser devidamente avaliada a entrar no balanço energético. As informações da Tabela 2 foram obtidas em povoamentos plantados no Recôncavo Baiano.

Tabela 2: Porcentagem de casca para Pinus caribaea var. hondurnesis (PCH) e Eucalyptus grandis – Rio Claro (G.R.C.) com 8 e 5 anos de idade e Eucalyptus camaldulensis (E.C.) com 5 anos, por classe de diâmetro.

Classes de diâmetro (cm)	PCH (5 anos)	G.R.C. (5 anos)	E.C. (5 anos)	P.C.H. (8 anos)	G.R.C. (8 anos)
5 – 6,9	51,23	36,72	26,19	-	39,65
7 – 8,9	44,49	28,96	22,55	35,54	28,38
9 – 10,9	37,55	28,57	22,72	31,73	22,44
11 – 12,9	32,44	28,21	23,23	27,93	22,25
13 – 14,9	32,99	26,53	14,51	28,77	20,79
15 – 16,9	30,65	22,17	18,15	29,07	18,35
17 – 18,9	27,92	20,11	16,88	30,96	16,58
19 – 20,9	28,36	20,02	14,88	27,24	17,14
21 – 22,9	-	18,94	16,29	21,51	14,85
Média	29,49	21,71	15,95	27,37	17,42

Nota-se que o Pinus apresenta uma maior porcentagem de casca que o Eucalyptus e que as idades menores apresentam mais casca que as maiores. Particularmente, o Eucalyptus camaldulensis apresenta uma menor porcentagem de casca que o E. grandis.

b) Densidade Básica

A densidade básica é uma variável que permite transformar o volume sólido em peso que por sua vez é correlacionado com o produto final, isto é, celulose ou energia. O volume muitas vezes não expressa a produtividade em produto final, principalmente em celulose (tonelada) e energia (Kcal/kg).

A Tabela 3 apresenta as densidades básicas médias das árvores por classe de diâmetro, para duas idades de Eucalyptus grandis, procedência Rio Claro.

Embora sabe-se que a densidade básica aumenta com a idade, o mesmo não está acontecendo como mostra a Tabela 3. Entretanto, como são dois locais diferentes deve estar havendo influência do sítio na densidade básica de madeira já que as sementes provém de uma mesma espécie e procedência. Nota-se também que há uma tendência para aumentar a densidade básica quando se aumenta o DAP médio das árvores. A densidade básica do E. grandis Rio Claro é superior àquela encontrada para outras procedências australianas.

Tabela 3: Densidade básica de Eucalyptus grandis – Rio Claro em Catú – Bahia.

Idade	5 anos	8 anos
Classes de DAP	Densidade básica g/cm ³	(média de 5 árvores)
5 – 6,9	0,500	0,502
7 – 8,9	0,493	0,507
9 – 10,9	0,514	0,533
11 – 12,9	0,545	0,509
13 – 14,9	0,530	0,486
15 – 16,9	0,521	0,562
17 – 18,9	0,553	0,537
19 – 20,9	0,627	0,503
21 – 22,9	0,594	0,518
Acima de 23 cm	0,595	0,512
Média	0,541	0,516
Casca (com extrativo)	0,326	0,349

c) Volume e peso de madeira

Através da metodologia já descrita foram obtidos os resultados de volume mostrados na Tabela 4. Todos os dados foram obtidos na idade de 8 anos para efeito comparativo. É importante notar, que o Pinus caribaea var. hondurensis embora com bom volume por hectare, apresenta madeira de baixa densidade, em relação ao Eucalyptus, assim como alto teor de casca.

Tabela 4: Comparação entre volumes, pesos e teores equivalentes de óleo combustível (TEOC) em toneladas para procedências de Eucalyptus grandis e o Pinus caribaea var. hondurensis.

Espécie Procedência Local	Grandis Rio Claro 1	Grandis Rio Claro 2	Grandis Rodésia 2	Hondurensis Honduras 2
Vol. sólido c/ casca (m ³ /ha)	100,22	126,26	211,57	237,28
Vol. sólido s/ casca (m ³ /ha)	82,76	104,27	174,71	172,34
Vol. De casca (m ³ /ha)	17,46	21,90	36,86	64,94
Peso de madeira s/casca (ton/ha)	42,21	53,18	89,10	70,66
Peso de casca (ton/ha)	5,76	7,23	12,16	22,73
T.E.O.C. (ton/ha)	15,99	20,14	33,75	31,13
T.E.O.C. (ton/ha/ano)	2,00	2,52	4,22	3,89

Há também uma grande influência da procedência da semente no volume final do Eucalyptus grandis, cerca de 67% a mais para a procedência Rodésia em relação à procedência Rio Claro.

ANEXO 1

PERGUNTAS FORMULADAS DURANTE AS SESSÕES

SEBASTIÃO MACHADO DA FONSECA / COPENER

Qual o local do inventário?

Os dados foram obtidos na Petrobrás, sendo que os valores do *Eucalyptus grandis* da Rodésia obtidos em São Sebastião do Passe, e aqueles referentes ao *E. grandis* – Rio Claro em Catú.

JOÃO CARLOS C. LEITE / PETROBRÁS

A porcentagem de casca é comparável com aquela obtida no Sul do País?

A porcentagem de casca é maior na Bahia (Petrobrás) que aquelas normalmente obtidas no sul para as mesmas espécies e procedências.