

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS  
ESALQ/USP  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS

SÉRIE TÉCNICA  
ISSN – 0100-8137

DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA, MELHORAMENTO E MANEJO  
FLORESTAL

SHIMOYAMA, V.R. de S.  
BARRICHELO, L.E.G.

**IPEF** Série Técnica é publicado trimestralmente pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais em convênio com a Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Ciências Florestais.

**IPEF** Série Técnica publica todas as contribuições originais que, analisadas pelo Conselho Editorial, se enquadram como *anais de encontros* ou *monografias*, com o objetivo de atualizar o conhecimento sobre temas florestais de grande interesse prático.

#### Comitê Editorial

Luiz E. G. Barrichelo  
ESALQ, USP

Walter de Paula Lima  
ESALQ, USP

Marialice M. Poggiani  
IPEF

Admir Lopes Mora  
IPEF

#### Endereço

IPEF – Biblioteca – ESALQ/USP  
Caixa Postal 530  
13400 – Piracicaba, SP – Brasil  
TELEX 19 7881 IPEF BR

## **SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO

2. DENSIDADE BÁSICA E MELHORAMENTO FLORESTAL

3. DENSIDADE BÁSICA E MANEJO FLORESTAL

4. CONCLUSÃO

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

---

## DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA, MELHORAMENTO E MANEJO FLORESTAL

---

SHIMOYAMA, V.R. de S.<sup>1</sup>  
BARRICHELO, L.E.G.<sup>2</sup>

### 1. INTRODUÇÃO

Um dos mais importantes índices para avaliar a qualidade da madeira é a densidade básica.

É um parâmetro quantitativo resultante das características anatômicas e composição química da madeira.

É definida como sendo a relação entre o peso de madeira seca em estufa e o seu volume obtido acima do ponto de saturação das fibras. Sua importância é verificada em todos os setores florestais.

Na tecnologia está diretamente ligada às características do produto final como rendimento em celulose, resistências físico-mecânicas do papel, produção e qualidade de carvão, etc.

No melhoramento florestal evidencia o potencial de seleção das espécies. No manejo determina o tipo de prática a ser aplicada em função do produto final e no inventário florestal está ligada à produtividade da floresta em termos de quantidade de madeira seca por hectare.

No estudo da densidade o primeiro passo fundamental está relacionado com o conhecimento de sua variabilidade em função de fatores genéticos (gêneros, espécies, procedências, etc.), fatores do meio (clima, solo, topografia, etc.) e silviculturais (espaçamento, fertilização, idade de corte, desbaste, desrama, etc.). Para determinadas situações é importante o conhecimento da variação da densidade dentro da árvore (sentido longitudinal e radial), entre madeira juvenil e adulta, entre lenhas, entre cerne e alborno, etc.

O estudo dessas variações é de grande importância em todas as áreas florestais, influenciando qualquer decisão a ser tomada, tanto na modificação de processos de produção de celulose, como em estratégias de melhoramento ou práticas silviculturais a serem aplicadas.

### 2. DENSIDADE BÁSICA E MELHORAMENTO FLORESTAL

Sendo um dos mais simples e mais usuais índices de qualidade da madeira, a densidade é a propriedade que tem sido mais estudada geneticamente. É um caráter herdável e evidencia o potencial de seleção das espécies e procedências.

Os programas de melhoramento florestal enfatizam em primeiro plano as características de crescimento, forma, adaptabilidade e resistência a pragas e doenças, devido à facilidade de seleção para tais características. A densidade básica é um parâmetro de difícil avaliação na fase de seleção de árvores superiores. Apesar desta argumentação, tem sido realizados trabalhos com essa característica que mostra ter, realmente, alta

---

<sup>1</sup> Pós-graduanda do Curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais da ESALQ/USP

<sup>2</sup> Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP

variabilidade e considerável controle genético, fatores fundamentais para o emprego de qualquer método de melhoramento.

Segundo ZOBEL & TALBERT (1984), a densidade básica da madeira é uma característica ideal para ser manipulada geneticamente por apresentar grande variação entre árvores, alta herdabilidade, baixa interação genótipo x ambiente e pelos altos efeitos sobre a produção e qualidade da madeira.

FERREIRA (1968) estudando a densidade básica da madeira de árvores de *E. saligna* e *E. Alba*, concluiu haver alta variabilidade entre as referidas espécies e entre árvores, sugerindo que para os programas de melhoramento genético florestal deve-se considerar a densidade como índice de seleção de árvores matrizes.

Segundo FERREIRA & KAGEYAMA (1978), há uma alta variação individual na densidade da madeira de eucalipto com possibilidade de seleção de árvores com alta taxa de crescimento e densidade alta ou baixa.

KAGEYAMA et alii (1983), em estudo com *E. grandis*, aos 3,5 anos, encontraram variações genéticas entre progênies, para densidade básica, mostrando a possibilidade de seleção.

São apresentadas nas Tabelas 1 e 2 a variação da densidade para algumas espécies do gênero *Eucalyptus* e *Pinus*.

Para melhorar as características de crescimento e tecnologia dos povoamentos utilizam-se dois procedimentos: o primeiro visa selecionar a densidade através de árvores matrizes, a partir das quais são obtidas sementes ou material vegetativo e, o segundo procura atingir o ganho genético previsto pela seleção através das progênies.

Estimativas de parâmetros genéticos, tais como herdabilidade e correlações genéticas são necessárias para uma eficiente seleção de árvores, particularmente em gerações avançadas (DEAN et alii, 1983). Através destas estimativas é possível, também conhecer a estrutura genética da população, importante na determinação do seu potencial para fins de seleção e melhoramento (KAGEYAMA et alii, 1978).

A herdabilidade indica o grau de controle genético que é exercido sobre uma determinada característica. De maneira geral, as características da madeira são de moderada a fortemente herdáveis, possibilitando a seleção para a direção desejada.

ALLARD (1971) coloca que a herdabilidade é o quociente entre as variâncias genotípicas e fenotípicas e é por meio dela que se pode medir a eficiência esperada da seleção, no aproveitamento da variabilidade genética.

SMITH (1967) fornece dados sobre herdabilidade no sentido amplo e restrito das principais características responsáveis pela qualidade da madeira, mostrando que as mesmas possuem altos valores, o que evidencia um forte componente genético atuando sobre elas.

ALMEIDA et alii (1981) estudando 79 famílias de meios irmãos de *E. citriodora*, aos 4 meses de idade, chegaram a estimativas de 0,91 para a herdabilidade da densidade básica média das famílias. Valores acima de 0,90 também foram encontrados por OLIVEIRA (1981) em *E. grandis*.

JETT & TALBERT (1982), trabalhando com *Pinus taeda*, concluíram que bons ganhos para densidade podem ser obtidos com a primeira geração de seleção, também são obtidos bons resultados com a seleção realizada somente em um dos pais. Segundo os autores, em função da alta herdabilidade encontrada, não há necessidade de desenvolver extensos projetos para a densidade da madeira em programas de melhoramento de gerações mais avançadas.

KAGEYAMA et alii (1983) estudaram a variação genética para a densidade da madeira em progênies de *E. grandis* em três locais, encontrando altos coeficientes de herdabilidade, o que revela o alto grau de controle genético sobre a qualidade da madeira.

BRIGATTI et alii (1983) encontraram valores baixos de herdabilidade no sentido restrito para a densidade da madeira de progênies de meios irmãos de *E. urophylla*, aos 40 meses de idade. Eram originários de um banco clonal formado com plantas de Rio Claro. Os resultados indicaram que nesta idade os ganhos genéticos por seleção fenotípica não são elevados.

ONUKEI et alii (1986) determinaram a densidade básica da madeira no DAP e a 50% da altura comercial em progênies de *E. grandis*, encontrando os maiores valores de herdabilidade na altura superior, o que confere a mesma, um maior controle genético.

Na Tabela 3, são apresentados alguns coeficientes de herdabilidade para densidade da madeira.

As Tabelas 4, 5 e 6 mostram alguns valores de herdabilidade para densidade básica quando comparados às características de crescimento. A Tabela 7 mostra a diferença entre os valores de herdabilidade para tais características.

DEAN et alii (1983) também chegou a esta conclusão ao determinar vários parâmetros genéticos em progênies de *P. radiata* na Austrália.

No melhoramento florestal é de grande importância se conhecer as correlações genéticas e fenotípicas entre a característica a ser melhorada e as demais características da árvore, como por exemplo densidade básica e as características de crescimento.

FALCONER (1981) cita que características correlacionadas são de interesse por três razões: em primeiro lugar é importante conhecer como o melhoramento de uma característica pode causar mudanças simultâneas em outras; em segundo lugar é saber a ação pleiotrópica dos genes, pois esta ação é a principal causa da correlação genética; em terceiro lugar é a relação entre uma característica métrica e o poder adaptativo, importante na seleção natural.

ALMEIRA et alii (1981), trabalhando com progênies de *E. citriodora* encontrou baixa correlação entre a densidade básica da madeira e a brotação de touças, o que indica que a seleção para a densidade não altera, substancialmente, o número de brotações de touças.

ROCHA et alii (1983) analisando os dados de densidade básica aos cinco meses de idade e aos 18 meses, em progênies de *E. grandis* concluíram que a densidade básica apresentou baixa correlação entre as duas idades consideradas e também em relação a altura e DAP aos 18 meses.

ROSADO & BRUNE (1983), estudando características tecnológicas e de crescimento em *E. saligna*, *E. grandis* e *E. urophylla*, determinaram que a densidade básica média não está correlacionada com o crescimento em diâmetro e altura em nenhuma das espécies estudadas.

MORAES (1987), determinou em progênies de *E. grandis*, em 3 locais diferentes uma baixa correlação genética entre a densidade básica da madeira e as características de crescimento.

Na Tabela 8 são apresentadas as respostas correlacionadas e ganho genético (Gs%) na seleção entre e dentro de progênies para as características de crescimento e densidade básica. Pode-se notar que a seleção para as características de crescimento, causa perdas menores para a densidade do que a seleção para densidade causa nas características de crescimento.

### 3. DENSIDADE BÁSICA E MANEJO FLORESTAL

O fator primordial capaz de alterar os padrões de formação, desenvolvimento e qualidade da madeira produzida pelas espécies florestais é a natureza genética. Porém, este quando associado a outros fatores como os ambientais ou as técnicas silviculturais podem modificar esses padrões a tal grau que as características anatômicas da madeira são significativamente alteradas.

Acredita-se hoje que as técnicas silviculturais aplicadas em reflorestamentos com objetivo de aumentar a produtividade em madeira, podem também ser conduzidas de forma a modificar significativamente sua qualidade, principalmente quando esta passa a ser prioridade.

O manejo florestal é um fator indispensável para o bom desenvolvimento e conseqüentemente a uniformidade e produção da floresta, juntamente com os fatores genéticos e de "site".

Para cada matéria-prima há um manejo adequado, sendo necessário à escolha de uma espécie a plantar com capacidade de produção e qualidade desejada.

São várias as práticas silviculturais que podem ser empregadas num povoamento, sendo as principais:

#### a) Espaçamento:

O espaçamento é de grande importância para o desenvolvimento das árvores sob os aspectos tecnológico, silvicultural e econômico. Pode influenciar várias características quantitativas e qualitativas interferindo significativamente na morfologia das árvores e no seu crescimento, em particular no diâmetro, independente das suas características genéticas.

Os espaçamentos nos povoamentos florestais não devem ser sistematizados para cada espécie ou local, mas sim estudados em cada situação, baseados em informações precisas sobre o destino do produto final, tipo de solo, clima, hábito da espécie, sobrevivência esperada, tratos culturais, tipos de equipamentos a serem utilizados nos cortes e remoção da madeira (MONTEIRO & CORDEIRO, 1983).

PRYOR (1967) considerou que é preciso tomar toda precaução para decidir sobre o espaçamento inicial, principalmente no manejo de povoamentos de eucaliptos cujo objetivo é produção de madeira industrial de rápido crescimento. Conclui que as decisões sobre espaçamentos e espécies não podem ser tomadas sem um conhecimento prévio da influência dos mesmos na qualidade dos produtos obtidos.

Simões et alii (1974) citado por COUTO (1978), abordando a formação de florestas com espécies de rápido crescimento, consideram que o espaçamento adequado depende de diversos fatores, tais como a forma de crescimento do sistema radicular, o crescimento da parte aérea em relação à tolerância da espécie, a fertilidade do solo, a desrama natural, a finalidade da plantação, possibilidade de mecanização, etc.

São vários os trabalhos que demonstram estar o espaçamento diretamente relacionado à densidade básica, crescimento em diâmetro, etc.

As influências do espaçamento sobre as características da madeira são mostradas na Tabela 9.

Com a finalidade de detectar possíveis diferenças na densidade básica de madeiras de *E. grandis*, *E. alba* e *E. saligna* em função de variações do espaçamento e localidade, foi realizado um trabalho por BRASIL & FERREIRA (1971) onde concluíram que os

espaçamentos 3,0 x 2,0 m e 3,0 x 1,5 m não tiveram influências significativas sobre os valores de densidade.

Marts (1950) citado por BRASIL (1972) verificou que as árvores de *Pinus palustris* plantadas no espaçamento 1,80 x 3,60 m tiveram valores médios de densidade maiores que no espaçamento 1,20 x 1,80 m.

Hovat (1942), também citado pelo autor acima, mencionou que os povoamentos velhos de *Quercus* spp possuíam densidade mais baixa em relação aos jovens, desde que esses não estivessem instalados em espaçamentos pequenos que favorecem a formação de anéis primaveris estreitos.

BRASIL (1972), trabalhando com *E. propinqua* em dois espaçamentos e locais, coloca que a densidade básica da madeira não foi influenciada pelo espaçamento. Já MONTAGNA et alii (1973), estudando *Pinus ellioitii* em diferentes espaçamentos verificaram uma variação na densidade básica da madeira em função dos espaçamentos estudados. Nas Tabelas 10 e 11 são mostrados alguns valores de densidade a diferentes espaçamentos.

## **b) Desrama**

A remoção dos ramos vivos ou mortos da parte mais inferior do tronco de árvores jovens é uma prática silvicultural denominada poda ou desrama. Os galhos, além das funções benéficas que desenvolvem na árvore, como a sustentação da biomassa verde, translocação da seiva, etc. podem constituir sérios prejuízos à qualidade da madeira.

A eliminação dos ramos laterais localizados a certa altura das árvores cria condições para uma formação rápida de madeira de boa qualidade e valor, a partir das camadas de células que serão acrescentadas no tronco, com o crescimento em diâmetro.

A produção de madeira e suas características dependem da atividade cambial e da diferenciação do xilema. Estes por sua vez são controlados pela produção de hormônios nas gemas foliares. Quanto maior a produção desses hormônios, maior será o ritmo de crescimento da planta, havendo então formação de maior porcentagem de lenho inicial, dessa maneira árvores com copas maiores tendem a apresentar baixa densidade em relação às demais.

A remoção de galhos vivos reduzirá a produção de hormônios, tendo a diminuir a taxa de crescimento, tanto em diâmetro como em altura. A produção de lenho tardio será bem maior em relação ao lenho inicial, aumentando a densidade básica.

A intensidade da redução de crescimento depende da severidade da desrama. Normalmente os trabalhos de pesquisa mostram que as influências são verificadas com a remoção a partir de 1/3 da copa viva.

Entre as implicações mais diretas da desrama sobre os aspectos de qualidade da madeira para a produção de celulose, destacam-se a produção de madeira com menor quantidade de nós, e o aumento na proporção de lenho tardio aumentando a densidade básica.

SIMÕES et alii.(1981) afirma que as desramas verdes excessivas, embora causem pequenas reduções em altura, seu efeito acumulativo pode ser bastante grande, a ponto de permitir que árvores desramadas sejam suprimidas pelas não desramadas.

BRENDENKAMP (1983) estudando os efeitos da desrama sobre o crescimento das árvores de *E. grandis* concluiu que a qualidade da madeira imediatamente acima da altura desramada é significativamente maior que a da altura não desramada.

Larson (1962) e Fielding (1965) citados por ALBINO (1982) salientam o efeito favorável da desrama artificial em acelerar a transição de madeira primaveril para madeira outonal na região desramada e como consequência, nesta região, isto é, na parte da árvore onde foi efetuada a desrama, a densidade tende a aumentar.

Trabalhos desenvolvidos na África do Sul, com *Pinus radiata* por De Villiey (1963) citado por FONSECA (1978), comenta que a desrama severa nesta espécie proporciona grande decréscimo no crescimento em diâmetro, associado com um aumento na densidade da madeira, com traqueídeos mais longos e com uma redução no ângulo espiral da grão SPIECER (1981) relata que após uma desrama o núcleo nodoso fica contido, e que a transição de madeira primaveril para outonal na região da desrama tem como consequência uma maior densidade.

### c) Desbaste

A prática do desbaste e desrama atuam, em parte, por mecanismos semelhantes sobre o crescimento das árvores e formação dos lenhos. Ambas as técnicas afetam a copa das árvores. A desrama pela remoção direta da parte da copa viva, limita o crescimento. O desbaste diminui a competição entre copas estimulando o crescimento.

A prática de desbaste é bastante difundida. Seu objetivo principal é otimizar a rentabilidade dos povoamentos florestais, mantendo alto o incremento volumétrico.

A vantagem de sua aplicação reside no volume produzido de madeira desbastada, que na maioria dos casos já encontra aplicação.

Além de suas vantagens econômicas, questiona-se hoje a viabilidade de se fazer desbaste para a condução da qualidade da madeira visando à produção de celulose.

Dependendo do tipo de desbaste há uma homogeneização do povoamento (desbaste executado por extratos), fator imprescindível para a tecnologia.

Segundo, BURGER (1976) o desbaste é o tratamento mais eficiente para influenciar a produção de um povoamento. O autor salienta que é quase impossível se prever com precisão os efeitos dos mesmos sobre a madeira. Porém, a análise dos resultados obtidos em outros países, pode ajudar na formação de idéias mais nítidas das possíveis consequências de diferentes desbastes em nosso país, sempre levando em consideração que estas análises podem revelar somente tendências da reação do povoamento e não regras absolutas, válidas sob quaisquer condições.

SAVINA & YAKIMOV (1976) observaram reduções da densidade em indivíduos cujo ritmo de crescimento foi acelerado por desbastes.

Ericson (1966), citado por BRAZIER (1976), em estudos com *Pinus sylvestris* não observou diferenças para densidade básica e teor de lenho tardio entre os indivíduos submetidos à vários níveis de desbastes em confronto com talhões testemunhas. O mesmo autor analisando a influência de desbastes intensos e rigorosos para povoamentos de *Picea sp* conclui que a tendência da diminuição da densidade, de 10 a 17 % nos indivíduos dos talhões desbastados.

MUNER (1983) trabalhando com *Pinus taeda*, verificou que os valores da densidade básica média da árvore sofreram uma redução de 7% confrontando-se as parcelas testemunhas com aquelas submetidas a 75% de desbastes. Esse fenômeno de redução da densidade em virtude da aceleração do ritmo de crescimento apresentou-se correlacionado com o aumento em largura e diâmetro do lúmen dos traqueídeos e redução de seu comprimento.

Cown (1974), citado pelo autor acima, determinou os efeitos de desbastes livre e moderado na taxa de crescimento e propriedades da madeira. Não foram detectadas as diferenças significativas entre os tratamentos; no entanto, as árvores provenientes dos povoamentos que sofreram desbastes em qualquer das intensidades apresentam seus traqueídeos reduzidos.

Em geral o que ocorre com a madeira é o seguinte:

Os desbastes aceleram o ritmo de crescimento e este por sua vez, promove inevitavelmente formação de anéis mais largos que apresentam-se menos densos, pois o lenho tardio, constituído por traqueídeos de paredes mais espessas é menos afetado pela taxa de crescimento que o lenho inicial, como mostra a figura 1.

FIELDING (1967) relata que, embora o ritmo de crescimento afete apreciavelmente o peso específico mediante uma correlação negativa, em alguns casos os efeitos não são relevantes, especialmente quando em comparação com as variações que ocorrem dentro da árvore.

BRAZIER (1970) trabalhando com *Pinus sylvestris*, concluiu que a densidade da madeira é significativamente influenciada pela taxa de crescimento, sendo resultado de um acréscimo no teor de lenho inicial sem correspondente aumento do lenho tardio. Como essa situação é a que ocorre normalmente, segundo o autor, quando um desbaste é seguido de incremento radial existe sempre uma redução da densidade básica da madeira.

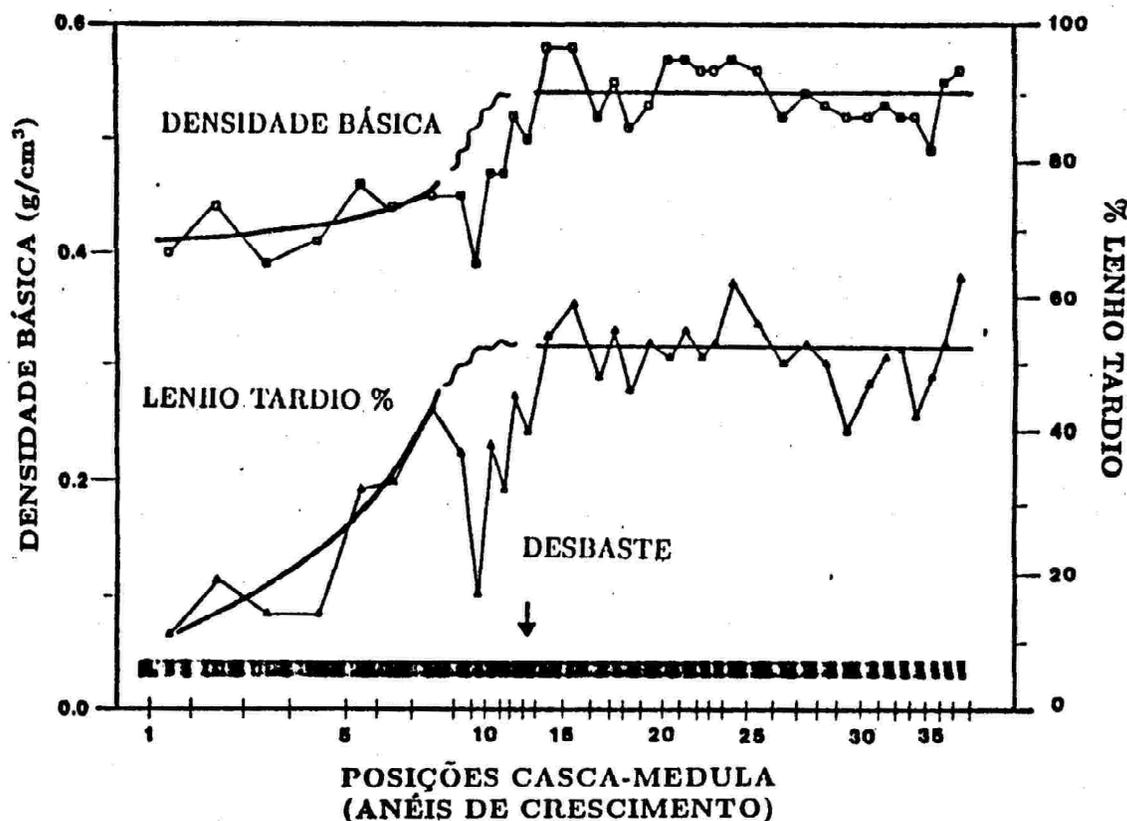
KARANI (1977) salienta que o ritmo de crescimento pode ser acelerado desde o início da implantação da floresta, com adoção de espaçamentos amplos ou por desbastes.

PEREIRA et alii (1983) trabalhando com *Pinus elliottii* concluíram que as árvores mais altas e delgadas foram aquelas que produziram madeira mais densa, à altura do peito. Burdon & Harris (1973), citados pelos autores, encontraram, através de regressões parciais negativa com o diâmetro e, positiva com a altura, alta correlação entre o ritmo de crescimento e a densidade da madeira de *Pinus radiata* com 12 anos. Segundo os autores, essa tendência é mais acentuada quando se considera a madeira mais externa, constituinte dos últimos anéis de crescimento.

Os desbaste atuam no crescimento das árvores remanescentes, criando maior disponibilidade de luz, água e sais minerais, com conseqüente aumento da taxa fotossintética. A desrama, com a retirada de parte da copa restringindo a área foliar, reduz essa taxa dependendo da sua intensidade.

Isto faz com que estas duas operações devam ser praticadas em sentido complementar no controle da qualidade da madeira.

FIGURA 1. Efeitos de desbastes sobre a porcentagem de lenho outonal e densidade básica.



MEGRAW (1985)

As Tabelas 12, 13 e 14 mostram os valores de densidade básica em função de desbastes.

#### d) FERTILIZAÇÃO

Em função da diversidade dos solos usados nos reforestamentos de *Pinus* e *Eucalyptus* e das exigências nutricionais das espécies, principalmente nos primeiros estágios de crescimento, concluímos que uma fertilização torna-se necessária, principalmente quando o solo apresenta baixa fertilidade, o que ocorre com frequência nos reforestamentos. A fertilização pode ser aplicada em diversos estágios da planta como por exemplo:

- em idades mais jovens, quando o solo é de baixa fertilidade. Nesse período as exigências nutricionais das plantas são maiores.
- em estágios mais avançados, quando a taxa de crescimento é muito baixa, afetando em larga escala a produtividade.
- e quando o custo do tratamento compensa o maior volume produzido.

Até pouco tempo a preocupação básica dos Engenheiros florestais era a obtenção de florestas altamente produtivas e daí a aplicação de fertilizantes, sem dar a devida importância à qualidade da madeira.

Com a evolução das técnicas de implantação e manejo, e dos trabalhos de melhoramento florestal, hoje vem procurando aliar produtividade e qualidade, com objetivo de maximizar os rendimentos e aumentar a qualidade de produtos que se pode obter de uma floresta. Assim como para outras características a fertilização também influencia a densidade básica.

De maneira geral, as práticas que aceleram o ritmo de crescimento das árvores resultam numa ligeira diminuição da densidade da madeira. Essa queda é nitidamente recompensada pela maior produção de massa por unidade de área.

A intensidade dessa influência varia quando se considera coníferas e folhosas, sites e efeitos ambientais, assim como a dosagem de fertilizantes. Por exemplo: árvores de solos muito pobres ou secos podem produzir só uma pequena camada de traqueana camada de traqueídeos do lenho outonal não podendo formar o mesmo por completo e/ou, formar lenho outonal com paredes pouco desenvolvidas. Qualquer melhoramento nas condições do solo, passando a média fertilidade, resultará primeiramente na formação de células de madeira outonal normais ou quase normais. Em consequência aumentaria a porcentagem de lenho outonal com células espessas, elevando também a densidade básica. Se as condições desse solo que agora é de média fertilidade for melhorada ainda mais, o desenvolvimento das árvores será maior e daí as fibras que já eram normais tendem a diminuir a espessura e o comprimento em consequência das rápidas divisões, decrescendo também a densidade. A continuação de aplicações de fertilizantes tenderia a estabilizar a densidade em baixos valores pois, esses fertilizantes que já estariam em excesso não seriam utilizados pelas plantas.

Portanto, as árvores que apresentam baixo ritmo de crescimento antes da fertilização irão se desenvolver diferentemente das árvores de médio e rápido crescimento.

Então, o fato da árvore aumentar ou diminuir a densidade em função de uma fertilização vai depender de suas condições nutricionais antes do tratamento ou de sua estrutura genética, pois pode apresentar um bom desenvolvimento e tendência genética para alta densidade.

Para coníferas o padrão de crescimento é diferente uma vez que estas exigem menos do solo.

A aplicação de fertilizantes em coníferas, independentemente da qualidade do solo, normalmente reduz a densidade básica.

GENTLE et alii (1968) não encontraram efeitos da adubação fosfatada sobre a densidade básica da madeira, porém houve aumento significativo do volume.

BARRET, CARTES & SEWARD (1975), em estudos com *E. grandis*, não observaram nenhuma alteração significativa na densidade da madeira em função da aplicação de fertilizantes NPK, apesar dos acréscimos, tanto em DAP como em altura, terem sido altamente significativos.

Em trabalhos feitos ou citados por ZOBEL (1977), e outros, afirma-se que em *Pinus* o nitrogênio altera as fibras da madeira, diminuindo sua densidade, ao passo que o fósforo não tem qualquer efeito.

Segundo SCIIMIDTLING & AMBURGER (1977), condições ambientais, como cultivos intensivos e adubações nitrogenadas influenciam características altamente herdáveis como a densidade da madeira. SHEPARD JUNIOR (1982) encontrou um

decréscimo de 4 a 5 % na densidade básica da madeira de *Picea rubens* adubadas com vários níveis de NPK.

A Tabela 15 mostra os resultados de densidade em função da aplicação de fertilizantes.

#### **4. CONCLUSÃO**

A densidade básica é um dos principais parâmetros para se analisar a madeira. Em função das suas variações genéticas, silviculturais, edáficas e geográficas é necessário, antes de qualquer tratamento ou melhoramento, conhecer as influências sobre a mesma e também sobre as características de crescimento que em geral refletem sobre a densidade.

Com tal conhecimento é possível se conciliar o manejo florestal e/ou melhoramento com a tecnologia, otimizando a produtividade com a qualidade da madeira e conseqüentemente a qualidade do produto final, obtendo, assim, maior rentabilidade.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, J.C. **Efeitos da desrama na qualidade e valor da madeira.** Piracicaba, ESALQ/DS, 1982, 18 p.
- ALLARD, R.W. **Princípios de melhoramento genético das plantas.** São Paulo, Edgard Blucher, 1971, 381 p.
- ALMEIDA, C.M.V.C. Estimativas de herdabilidade em progênies jovens de *E. citriodora* Hool. **Revista árvore**, Viçosa, **5** (2): 250-68, 1981.
- BARRET, R.L.; CARTER, D.T. & SEWARD, B.R.T. *Eucalyptus grandis* in Rhodesia. **Research Bulletins. Rhodesia forestry com mission**, Salisbury (6): 1-87, 1975.
- BRASIL, M.A.M. **Variação da densidade básica da madeira de *E. propinqua* Deane ex Maiden em função do local e do espaçamento.** Piracicaba, 1972. 75 p. (Tese-Mestrado-ESALQ).
- BRASIL, M.A.M. & FERREIRA, M. **Variação da densidade básica da madeira de *E. alba* Reinw, *E. saligna* Smith e *E. grandis* Hill ex Maiden, aos 5 anos de idade, em função do local e do espaçamento.** **IPEF**, Piracicaba (2/3): 129- 49,1971.
- BRAZIER, J.D. The effect of forest practices on quality of the harvested crop. In: IUFRO WORLD CONGRESS, 16, Oslo, 1976. **Proceedings.** Oslo, Norwegian Forest Research Institute. v.4, p. 83-9.
- BRAZIER, J. D. Timber improvement: 2-the effect of vigour on young-growth sitka spruce. **Forestry**, Oxford, **43** (2): 135-50, 1970.
- BRENDENKAMP, B.V. et alli. Some effects of pruning the growth and timber quality of *Eucalyptus grandis* in Zululand. **Silvicultura**, São Paulo, **8**(31): 583-8, jul/ago, 1983.
- BRIGATTI, R.A. et alii Teste de progênies de meios irmão de *E. urophylla* em área da Champion Papel e Celulose S.A. **Silvicultura**, São Paulo, **8**(28): 209-12, 1983.
- BRITO, J.O. et alii O melhoramento dos caracteres da madeira frente à produção de celulose e papel. **Boletim informativo. IPEF**, Piracicaba, **6**(19): 95-115, 1978.
- BURGER, D. especialista em manejo florestal. **A semente.** São Paulo, (15): 7-11, maio, 1976.
- COUTO, R.T.Z. do Inventário floresta: base para preservação; manejo e exploração vegetal. **Publicação ACIESP**, São Paulo, (15): 178-9, 1978.
- DEAN, C.A. et alii Genetic parameters and gains expected from multiple trait selection of *radiata pine* in eastern Victoria. **Australian forest research**, Melbourne, 13: 271-78, 1983.

FALCONER, D.S. Introdução à genética quantitativa. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1981. 279 p.

FERREIRA, M. **Estudo da variação da densidade básica da madeira de *E. alba* Reinw e *E. saligna* Smith.** Piracicaba, 1968. 71 p. (Tese Doutorado - ESALQ).

FERREIRA, M. & KAGEYAMA, P.Y. melhoramento genético da densidade básica da madeira de eucalipto. **Silvicultura**, São Paulo, (14): 148-52, 1978.

FIELDING, J .M. The influence of silvicultural practices on wood properties. 2n: International review of forestry research. New York, Academic Press, 1967. 316 p.

FONSECA, S.M. da Implantações técnicas e econômicas na utilização da desrama artificial. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, (46): 1-22,1978.

GENTLE, S.W. et alii Effect of two phosphate fertilizers on yield, financial, and wood quality of *radiata pine*. **Forest science**, Bethesda, **14**(3): 282-86, 1968.

JETT, J.B. & TALBERT, J.T. Place of wood specific gravity in the development of advanced generation seed orchards and breeding programs. **Southern journal of applied forestry**, Washington, **6**(3): 177-80, 1982.

KAGEYAMA, P.Y. et alii Teste de progênie de *Eucalyptus grandis*: resultados preliminares. **Boletim informativo IPEF**, Piracicaba, **6**(19):43-51, 1978.

KAGEYAMA, P.Y. et alii Variação genética para densidade da madeira em progênies de *E. grandis*. **Silvicultura**, São Paulo, **8**(28): 318-24, 1983.

KARANI, P.K. Advances on and provenance selection of *Eucalyptus* spetos marginal sites of northern Uganda. Brisbane, IUFRO, 19776 p.

MEGRAW, R.A. **Wood quality factors in loblolly pine.** Atlanta, Tappi Press, 1985, 102 p.

MONTAGNA, R.G. et alii Estudo sobre o crescimento e a densidade da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* em função do espaçamento. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, 8: 33-52, 1973.

MONTEIRO, R.F.R. & CORDEIRO, J.A. Ensaio conjugado de espaçamento de métodos de desbastes em *Pinus elliottii* Engelm. **Silvicultura**, São Paulo, **8**(28): 361-3, jan/fev, 1983.

MORAES, M.L.T. **Variação genética da densidade da madeira em progênies de *Eucalyptus grandis* e suas relações com as características de crescimento.** Piracicaba, 1987. 129p. (Tese-mestrado-ESALQ).

MUNER, T.S. Influência de diferentes intensidades de desbaste na qualidade da madeira de *Pinus taeda* L. para produção de celulose kraft Piracicaba, 1983 152p. (TeseMestrado-ESALQ).

NAMIKAWA, I.S. **Variação genética das características da madeira em progênes.** Piracicaba, 1988. 17 p. (não publicado).

NICHOLLS, J.W.P. The effect of environmental factors on wood characteristics: 2 - the effect of thinning and fertilizer treatment on the wood of *Pinus pinaster*. **Silvae Genetica**, Frankfurt, **20**(3): 67-73, mai/jun. 1971.

OLIVEIRA, R.J.D.P. **Variação da densidade básica da madeira e capacidade de regeneração entre e dentro de origens de *E. grandis* E. Hill ex-Maiden.** Viçosa, 1981. 61p. (Tese- Mestrado-UFV).

ONUJI, M. et alii Estudo da variação genética em progênes de *E. grandis* Hill ex-Maiden para as características de crescimento, densidade, básica da madeira e resistência à podridão branca de cerne. **Silvicultura**, São Paulo, **11**(41): 177, 1986.

PEREIRA, J.C.D. et alii A influência do ritmo de crescimento na densidade da madeira de *Pinus elliotii* Engelm. var. *elliottii*. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3, São Paulo. **Anais**. São Paulo, ABCP, 1983. v.1, p. 139-46.

PRYOR, L.D. *Eucalyptus* in plantations: Present and future. In: FAO WORLD SYMPOSIUM ON MAN MADE FORESTS AND THEIR INDUSTRIAL IMPORTANCE, Canberra, 1967. **Proceeding**. v.2, p. 993-1008.

ROCHA, M.G.B. et alii Variação da densidade básica e correlações entre caracteres de progênes jovens de *E. grandis* Hill ex-Maiden, em duas etapas de crescimento. **Revista árvore**, Viçosa, **7**(2): 154-64, 1983.

ROSADO, S.C. da & BRUNE, A. Avaliação da densidade básica da madeira em árvores vivas. **Silvicultura**, São Paulo, **8**(28): 859-62, jan/fev. 1983.

SAVINA, A.V. & YAKIMOV, I.V. Effect of tending fallings on the growth of development of pine. Lesnoe Khozyaistro. 1976, No. 6 (25-27) Apud: **Forestry Abstracts**, Oxford, 39-231, 1977.

SCHMIDTLING, R.C. & AMBURGEY, T.L. Growth and wood quality, of slash pines after early cultivation and fertilization. **Wood science**, Madison, **9**(4): 154-9, 1977.

SHEPARD JUNIOR, R.K. Fertilization effects on specific gravity and diameter growth of red spruce. **Wood science**, Madison, **14**(3): 138-44, 1982.

SIMÕES, J.W. et alii **Formação, manejo e exploração de florestas de rápido crescimento.** Brasília, IBDF, 1981. 139 p.

SMITH, W.J. The heritability of fibre characteristics and its application to wood quality improvement in forest trees. **Silvae genetica**, Frankfurt, **16**(2): 41-50, 1967.

SPIECER, H. Análise do crescimento florestal, a concorrência e sua importância no desbaste. **Série Técnica. FUFEP**, Curitiba (8): 1-62, mar., 1981.

WOOD, G.B. & SIEMON, G.R. Effect of thinning on wood properties of *Pinus radiata*. **Australian forest research**, Melbourne, **11**(2): 149-55, jun. 1981.

ZOBEL, B. Wood properties. In: TREE IMPROVEMENT SHORT COURSE, Raleigh, 1977. Raleigh, NCSU, 1977. p. 115-23.

ZOBEL, B.J. & TALBERT, J. **Applied forest**: tree improvement. New York, John Wiley, 1984. 505 p.

# **A N E X O S**

**TABELA 1.** Variação da densidade entre árvores – Espécies do gênero *Pinus*.

Espécies	Idade (anos)	Variação (g/cm <sup>3</sup> )	Material genético
<i>P. elliotii</i>	7	0,260 ~ 0,356	Arvs. Inds.
<i>P. elliotii</i>	9	0,267 ~ 0,371	“ “
<i>P. taeda</i>	6	0,289 ~ 0,344	“ “
<i>P. taeda</i>	7	0,273 ~ 0,376	“ “
<i>P. taeda</i>	13	0,325 ~ 0,470	“ “
<i>Picea abies</i>	-	0,279 ~ 0,375	Clones
<i>P. elliotii</i>	3	0,35 ~ 0,41	50 Prog. Pol. Livre
<i>P. radiata</i>	-	0,310 ~ 0,370	30 “ “ “
<i>P. taeda</i>	-	0,361 ~ 0,414	17 “ “ “

adaptado de NAMIKAWA (1988)

**TABELA 2.** Variação da densidade entre árvores – Espécies do gênero *Eucalyptus*.

Espécies	Idade (anos)	Variação (g/cm <sup>3</sup> )	Material genético
<i>E. urophylla</i>	5 – 7	0,443 ~ 0,667	Orig. híbr.
<i>E. saligna</i>	5 – 7	0,448 ~ 0,634	“ “
<i>E. grandis</i>	11 – 16	0,433 ~ 0,730	“ “
<i>E. grandis</i>	6	0,413 ~ 0,568	Sem. Austr.
<i>E. grandis</i> *	5 e 1/2	0,369 ~ 0,495	“ “
<i>E. botryoides</i> *	5 e 1/2	0,376 ~ 0,461	“ “
<i>E. saligna</i> *	5 e 1/2	0,338 ~ 0,498	“ “
<i>E. deanei</i> *	5 e 1/2	0,405 ~ 0,516	“ “
<i>E. dunnii</i> *	5 e 1/2	0,395 ~ 0,506	“ “
<i>E. grandis</i> *	6 e 7	0,333 ~ 0,523	“ “

FERREIRA & KAGEYAMA (1978)

\* Plantios na rodésia

**TABELA 3.** Estimativas de herdabilidade  $h^2$  (no sentido restrito ao nível de planta individual) para densidade básica da madeira das árvores de algumas essências florestais.

Espécies	Idade	$h^2$	Material Genético
<i>P. elliotii</i>	14	0,21	8 prog. pol. aberta
<i>P. elliotii</i>	14	0,56	6 prog. pol. control.
<i>P. elliotii</i>	12 – 14	0,73	7 clones
<i>P. taeda</i>	02	0,37 – 0,49	Prog. pol. control.
<i>P. taeda</i>	02	0,55	Prog. Pol. Aberta
<i>Picea abies</i>	-	0,80	4 clones
<i>P. virginiana</i>	-	0,38 – 0,41	Prog. pol. aberta
<i>P. taeda</i>	-	0,45	Prog. pol. aberta
<i>E. citriodora</i>	0,3	0,91	Prog. pol. aberta
<i>E. grandis</i>	0,5	0,78 – 0,92	Pol. livre
<i>E. grandis</i>	3,5	0,82	Prog. pol. aberta
<i>E. urophylla</i> (T)	4,0	0,76	Prog. pol. aberta
<i>E. urophylla</i> (F)	4,0	0,54	Prog. pol. aberta

Adaptado de BRITO et alii (1978)

Média para *Pinus* = 0,4

Média para *Eucalyptus* = 0,78

**TABELA 4.** Estimativas de herdabilidade  $h^2$  (no sentido restrito ao nível de planta individual) para DAP das árvores de algumas essências florestais.

Espécies	Idade (anos)	$h^2$	Métodos
<i>Cryptomeria japonica</i>	20,0 – 30,0	0,22 – 0,36 <sup>a</sup>	Sakai
<i>P. glauca</i>	11,0	0,08	Pais x Prog.
<i>P. galuca</i>	11,0	0,22	Pais x Prog.
<i>P. taeda</i>	-	0,13	Pol. livre
<i>P. taeda</i>	2,0	0,29	Pol. livre
<i>P. taeda</i>	2,0	0,32	Pol. livre
<i>P. radiata</i>	7,0	0,19	Pol. livre
<i>P. radiata</i>	4,5 – 6,0	0,23	Pol. livre
<i>P. radiata</i>	8,0 – 11,0	0,18	Pol. livre
<i>P. radiaa</i>	10,0 – 11,0	0,18	Pol. livre
<i>P. virginiana</i>	8,0	0,33	Pol. livre
<i>E. grandis</i>	1,3	0,08	Dialético
<i>E. grandis</i>	1,5	0,42	Pol. livre
<i>E. grandis</i>	2,0	0,15	Pol. livre
<i>E. grandis</i>	2,5	0,52	Pol. livre
<i>E. regnans</i>	6,0	0,15	Pol. livre
<i>E. regnans</i>	6,0	0,21	Pol. livre
<i>E. saligna</i> (3 x 1) <sup>e</sup>	1,3	0,14	Pol. livre
<i>E. saligna</i> (3 x 1)	2,2	0,12	Pol. livre
<i>E. saligna</i> (3 x 1)	2,7	0,11	Pol. livre
<i>E. saligna</i> (3 x 2)	2,2	0,20	Pol. livre
<i>E. saligna</i> (3 x 2)	2,7	0,19	Pol. livre
<i>Populus deltoids</i>	0,3	0,41 <sup>a</sup>	Teste clonal
<i>Populus deltoids</i>	0,3	0,29 <sup>a</sup>	Teste clonal
<i>Populus deltoids</i>	2,0	0,51	Pol. livre
<i>Populus deltoids</i>	2,0	0,22 <sup>a</sup>	Teste clonal
<i>Populus deltoids</i>	3,0 – 5,0	0,47 <sup>a</sup>	Teste clonal
<i>Populus deltoides</i>	5,0	0,28 <sup>a</sup>	Teste clonal

a = herdabilidade no sentido amplo

e = espaçamento

Adaptado de MORAES (1987) e KAGEYAMA (1983)

**TABELA 5.** Estimativas de herdabilidade  $h^2$  (no sentido restrito ao nível de planta individual) para Volume das árvores de algumas essências florestais.

Espécies	Idade (anos)	$h^2$	Métodos
<i>P. pinaster</i>	4,0	0,34	Pol. livre
<i>P. radiata</i>	4,5 – 6,0	0,24	Pol. livre
<i>P. radiata</i>	8,0 – 11,0	0,26	Pol. livre
<i>P. radiata</i>	10,0 – 11,0	0,20	Pol. livre
<i>P. taeda</i>	-	0,19	Pol. livre
<i>P. taeda</i>	-	0,15	Pol. livre
<i>P. taeda</i>	5,0	0,23	Pol. livre
<i>P. taeda</i>	5,0	0,28	Pol. livre
<i>E. grandis</i>	1,3	0,10	Dialético
<i>E. saligna</i> (3 x 1) <sup>e</sup>	1,3	0,15	Pol. livre
<i>E. saligna</i> (3 x 1)	2,2	0,11	Pol. livre
<i>E. saligna</i> (3 x 1)	2,7	0,10	Pol. livre
<i>E. saligna</i> (3 x 2)	2,2	0,15	Pol. livre
<i>E. saligna</i> (3 x 2)	2,7	0,14	Pol. livre

e = espaçamento

adaptado de MORAES (1987) e KAGEYAMA (1983)

**TABELA 6.** Estimativas de herdabilidade  $h^2$  (no sentido restrito ao nível de planta individual) para Altura das árvores de algumas essências florestais.

Espécies	Idade (anos)	$h^2$	Métodos
<i>C. arizonica</i>	2,0	0,32	Pol. livre
<i>P. monticola</i>	9,0 – 16,0	0,28	Pais x Prog.
<i>P. monticola</i>	13,0 – 16,0	0,43	Pais x Prog.
<i>P. ponderosa</i>	7,0	0,30 – 0,68	Pol. livre
<i>P. radiata</i>	4,5 - 6,0	0,16	Pol. livre
<i>P. radiata</i>	8,0 – 11,0	0,23	Pol. livre
<i>P. radiata</i>	10,0 – 11,0	0,29	Pol. livre
<i>P. strobus</i>	3,0	0,18	Dialético
<i>P. strobus</i>	3,0	0,28	Pol. livre
<i>P. taeda</i>	-	0,26	Pol. livre
<i>P. taeda</i>	5,0	0,44	Pol. livre
<i>P. virginiana</i>	1,0	0,50	Pol. livre
<i>P. virginiana</i>	2,0	0,49	Pol. livre
<i>P. virginiana</i>	5,0	0,29	Pol. livre
<i>P. virginiana</i>	8,0	0,59	Pol. livre
<i>E. grandis</i>	0,5	0,46	Pol. livre
<i>E. grandis</i>	1,3	0,11	Dialético
<i>E. grandis</i>	1,5	0,38	Pol. livre
<i>E. grandis</i>	2,0	0,26	Pol. livre
<i>E. grandis</i>	2,5	0,52	Pol. livre
<i>E. regnans</i>	6,0	0,52	Pol. livre
<i>E. regnans</i>	6,0	0,37	Pol. livre
<i>E. saligna</i>	1,3	0,26	Pol. livre
<i>E. saligna</i>	2,2	0,21	Pol. livre
<i>E. saligna</i>	2,7	0,20	Pol. livre
<i>E. saligna</i>	2,2	0,31	Pol. livre
<i>E. saligna</i>	2,7	0,30	Pol. livre
<i>Populus deltoides</i>	0,3	0,57 <sup>a</sup>	Teste clonal
<i>Populus deltoides</i>	0,3	0,40 <sup>a</sup>	Teste clonal
<i>Populus deltoides</i>	2,0	0,24	Pol. livre
<i>Prosopis juliflora</i>	0,5	0,20	Pol. livre
<i>Prosopis juliflora</i>	1,0	0,00	Pol. livre
<i>Prosopis juliflora</i>	1,5	0,00	Pol. livre

a = herdabilidade no sentido amplo

e = espaçamento

Adaptado de MORAES (1987) e KAGEYAMA (1983)

**TABELA 7.** Coeficiente de herdabilidade para densidade básica, altura, DAP e volume-gênero *Pinus* e *Eucalyptus*.

Características	Gêneros	
	<i>Pinus</i>	<i>Eucalyptus</i>
Densidade	0,48	0,78
DAP	0,22	0,23
Altura	0,35	0,32
Volume	0,24	0,13

**TABELA 8.** Resposta correlacionada (%Rc) e ganho genético (%Gs) na seleção entre e dentro de progênies.

Seleção	Altura	Resposta DAP	Correlacionada (%)	
			Volume	Dens. Básica
Altura	7,94*	7,92	19,65	-0,36
DAP	4,76	6,93*	14,48	-0,49
Vol. Cil.	4,60	5,68	14,11*	-0,45
Dens. Bás.	-0,60	-1,35	-3,03	10,61*

MORAES (1987)

\*Ganho genético (%)

**TABELA 9.** Influência do espaçamento sobre a densidade básica.

Espaçamento	
Reduzidos	Altos
alta densidade populacional	baixa densidade populacional
alta competição	baixa competição
baixo desenvolvimento	alto desenvolvimento
baixo crescimento em diâmetro	alto crescimento em diâmetro
alto teor lenho tardio	baixo teor lenho tardio
alta densidade	baixa densidade

**TABELA 10.** Variação da densidade básica em função do espaçamento *P. elliottii* var. *elliottii* – 16 anos.

Espaçamento (m)	Densidade Básica (g/cm <sup>3</sup> )		
	Bloco 1	Bloco 2	Média
1,5 x 1,0	0,466	0,431	0,448
1,5 x 1,5	0,468	0,471	0,469
2,0 x 1,5	0,496	0,475	0,485
3,0 x 1,5	0,485	0,435	0,460
3,0 x 2,5	0,466	0,460	0,463
3,0 x 3,0	0,447	0,439	0,443

**TABELA 11.** Variação da densidade básica em função do espaçamento em espécies de eucalipto – média de dois locais.

Espaçamento	Espécies		
	<i>E. Alba</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. grandis</i>
3,0 x 1,5	0,535	0,492	0,485
3,0 x 2,0	0,550	0,502	0,458

BRASIL & FERREIRA (1971)

**TABELA 12.** Variação da densidade básica em função do desbaste – *P. pinaster* – 28 anos

Desbaste	Intensidade do desbaste					
	2500	1000	750	500	375	250
Antes	0,627	0,656	0,627	0,634	0,621	0,681
Depois	0,678	0,639	0,603	0,601	0,648	0,626

NICHOLS (1971)

**TABELA 13.** Variação da densidade básica em função do desbaste – *P. taeda* – 17 anos

Intensidade	Densidade básica árvore (g/cm <sup>3</sup> )	Densidade básica no DAP (g/cm <sup>3</sup> )
0	0,361	0,395
25	0,356	0,391
50	0,368	0,399
75	0,336	0,357

MUNER (1983)

**TABELA 14.** Variação da densidade básica em função do desbaste – *P. radiata* – 19 anos

Tratamento	(m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	
		Antes	Depois
Testemunha	-	0,55	0,58
1	18 – 11	0,52	0,49
3	25 – 18	0,51	0,50
4	30 – 23	0,54	0,52
5	35 – 28	0,54	0,54

WOOD & SIEMON (1981)

**TABELA 15.** Variação da densidade em função da fertilização

Espécie	Idade (anos)	Dosagem NPK	Antes	Depois
<i>P. taeda</i>	25	160-80-80	0,479	0,442
<i>P. taeda</i>	25	80-40-40	0,486	0,475
<i>P. taeda</i>	20	471 kg/ha	0,534	0,540
<i>Pinus sp.</i>	-	-	0,475	0,451
<i>Picea Rubens</i>	-	-	0,395	0,399