EFEITO DO NÚMERO DE ÁRVORES REMANESCENTES NA PRODUÇÃO DE
MADEIRA DE *Eucalyptus saligna* SMITH EM SEGUNDA ROTAÇÃO

FÁBIO SPINA-FRANÇA
Engenheiro Florestal

Orientador: Prof. Dr. JOÃO WALTER SIMÕES

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Ciências Florestais.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 1989

EFEITO DO NÚMERO DE ÁRVORES REMANESCENTES NA PRODUÇÃO DE
MADEIRA DE *Eucalyptus saligna* SMITH EM SEGUNDA ROTAÇÃO

FÁBIO SPINA-FRANÇA

Aprovada em: 18/04/89

Comissão julgadora:

Prof. Dr. João Walter Simões

ESALQ/USP

Prof. Dr. Hilton Thadeu Zarate do Couto

ESALQ/USP

Profa. Dra. Maria Cristina Stolf

ESALQ/USP

Prof. Dr. JOÃO WALTER SIMÕES

- Orientador -

A Inês Viviane

OFEREÇO

Aos meus pais, Antonio e Marília

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Os meus sinceros agradecimentos às pessoas que direta ou indiretamente contribuíram na realização deste trabalho, em especial deferência:

Ao Prof. Dr. João Walter Simões pela orientação, incentivo e amizade durante o Curso de Pós-Graduação;

À Duratex Florestal S/A pela oportunidade e pela filosofia dos trabalhos de pesquisa e desenvolvimento, em especial aos Drs. Antonio Sebastião Rensi Coelho e Angelo Di Ciero Neto;

Ao Prof. Dr. Hilton Thadeu Zarate do Couto pelo apoio, incentivo, orientação e discussão nas análises estatísticas dos dados;

Ao Prof. Dr. Frederico Pimentel Gomes pela dedicação, orientação e discussões das análises estatísticas;

Ao Prof. Dr. Antonio Spina França Netto pela dedicação, interesse, incentivo e confiança;

Ao Engº Raul Chaves pela sua dedicação, incentivo e apoio;

Ao Prof. Laércio Couto, da UFV, Dr. Jarbas Shimizu, do CNPF/EMBRAPA e Engº Antonio Joaquim de Oliveira, da Duratex Florestal S/A, pelas correções, sugestões e incentivo;

Ao Prof. Dr. Luis Ernesto George Barrichelo pelo apoio e incentivo;

Aos Eng^{os}. Antonio Sérgio Fávaro e Plínio de Souza Fernandes pe
lo apoio e discussões;

Ao Eng^o Charles H.O. Campos por sua colaboração e discussões;

Ao Sr. Alexandre Patelli e em especial ao Técnico Luiz Fran-
cisco Camatta pela valiosa ajuda no desenvolvimento dos
programas de computação para as diversas análises e pela
ampla cooperação no processamento dos dados deste trabalho;

Uma deferência muito especial à Inês Viviane e à Marília que
me apoiaram, incentivaram e participaram, sobretudo nos
momentos difíceis desta fase da minha formação.

Í N D I C E

Página

RESUMO	ix
SUMMARY	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Usos múltiplos das florestas	4
2.2. Manejo da floresta de <i>Eucalyptus</i>	7
2.2.1. Sistema de produção de toras por desbas tes sucessivos	9
2.2.2. Sistema de produção conjugada: madeira fina para processamento industrial de toras	13
2.2.3. Efeitos do manejo em <i>Eucalyptus</i>	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1. Material	21
3.1.1. Localização	21
3.1.2. Espécie	21
3.1.3. Solo	22
3.1.4. Clima	22
3.2. Métodos	25
3.2.1. Plantio	25
3.2.2. Adubação	25
3.2.3. Descrição do sistema conjugado	25

3.2.4. Delineamento experimental	26
3.2.5. Cálculo e seleção das árvores remanescentes nas parcelas	27
3.2.6. Corte	28
3.2.7. Desbrota	28
3.2.8. Avaliações dendrométricas	29
3.2.9. Cálculo da percentagem de touças mortas	30
3.2.10. Cálculo das alturas dominantes e médias.	30
3.2.11. Cálculo do DAP médio quadrático (DAPq).	30
3.2.12. Cálculo das áreas basais	31
3.2.13. Cálculo do volume comercial de madeira.	31
3.2.14. Cálculo dos incrementos de volume de <u>ma</u> deira	36
3.2.15. Cálculo do volume de madeira empilhada.	37
3.2.16. Análise dos dados	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1. Percentagem de touças mortas	41
4.2. Altura (H)	44
4.2.1. Altura das árvores dominantes (HD)	44
4.2.2. Altura média (HM)	55
4.3. Diâmetro médio quadrático à altura do peito (DAPq)	59
4.3.1. DAPq da brotação (DAPq-B)	59

	Página
4.3.2. DAPq das árvores remanescentes (DAPq-R).	64
4.4. Área basal (AB)	67
4.4.1. AB da brotação (AB-B)	67
4.4.2. AB das árvores remanescentes (AB-R) ...	74
4.4.3. AB total (AB-T)	79
4.5. Volume comercial de madeira (V)	84
4.5.1. V da brotação (V-B)	84
4.5.2. V das árvores remanescentes (V-R)	92
4.5.3. V total para processamento (V-TP)	108
4.5.4. V total (V-T)	115
4.6. Análise financeira do volume comercial de ma- deira	125
4.7. Desenvolvimento de novas pesquisas	128
5. CONCLUSÕES	130
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	132
APÊNDICE	136

**EFEITO DO NÚMERO DE ÁRVORES REMANESCENTES NA PRODUÇÃO DE
MADEIRA DE *Eucalyptus saligna* SMITH EM SEGUNDA ROTAÇÃO**

Autor: FÁBIO SPINA-FRANÇA

Orientador: Prof. Dr. JOÃO WALTER SIMÕES

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido com os objetivos de: **a)** estudar o efeito de diferentes números de árvores remanescentes por hectare após o corte, sobre o desenvolvimento da segunda rotação; **b)** verificar qual o número de árvores remanescentes que propicia o maior volume de madeira com diâmetro superior a 4 cm para produção de chapas duras proveniente da segunda rotação e; **c)** determinar o volume de madeira produzida para serraria na segunda rotação de *E. saligna*.

O experimento foi instalado na Fazenda Rio Claro, localizada no município de Lençóis Paulista-SP, em povoamento comercial de *E. saligna* procedente de Itatinga-SP, plantado em abril de 1975, com espaçamento de 3,00 x 1,75 m e manejado pelo sistema conjugado, em fevereiro de 1983.

Este sistema constou de corte raso de uma linha de árvores a cada cinco para retirada da madeira de pri-

meira rotação. Nas demais linhas, foram deixadas as árvores remanescentes correspondentes aos tratamentos. A brotação foi manejada deixando-se de 2 a 3 brotos por touça.

O experimento obedeceu ao delineamento em blocos ao acaso com 6 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos foram: 0 (corte raso), 40, 70, 100, 130 e 160 árvores remanescentes por hectare. Cada parcela ocupou 2,3 ha e o experimento, 41,31 ha.

Devido a extensão da área das parcelas alocaram-se 3 subparcelas de amostragem, fato que aumentou o número de graus de liberdade do ensaio, permitindo a análise mediante regressão, sendo a variável independente o número de árvores remanescentes por hectare.

As análises dos dados referentes às medições efetuadas aos 41, 53 e 60 meses após o corte, foram realizadas para diâmetro médio quadrático à altura do peito (DAPq) altura média e dominante, área basal, volume para processo de produção de chapas e para serraria. De acordo com os resultados, chegou-se às seguintes conclusões:

- não foi constatada influência das árvores remanescentes sobre a sobrevivência da brotação.
- não foi constatada influência das árvores remanescentes sobre o desenvolvimento da altura dominante da brotação e as alturas médias da brotação e das árvores remanescentes.

- a presença das árvores remanescentes causou redução significativa no DAPq da brotação e, portanto, dos parâmetros dele dependentes: área basal e volume. A redução mais acentuada do DAPq da brotação foi no intervalo de 0 para 25 árvores remanescentes, caracterizando a concorrência destas sobre a brotação, e a intolerância do *E. saligna* em se desenvolver sob um estrato superior.
- aos 60 meses não foi verificada competição entre as árvores remanescentes.
- o aumento do volume de madeira produzido pelas árvores remanescentes é proporcional ao número destas por hectare.
- o aumento no volume de madeira fina, produzido pelas árvores remanescentes, não é suficiente para compensar a redução na produção volumétrica da brotação.
- o sistema conjugado não é recomendado para o *E. saligna*, pois o volume de madeira para processo produzido pela brotação sob árvores remanescentes, aos 60 meses de idade, é 50%, em média, inferior ao produzido pela brotação em corte raso.

THE EFFECT OF THE NUMBER OF REMAINING TREES ON THE WOOD
PRODUCTION OF *Eucalyptus saligna* SMITH IN
SECOND ROTATION

Author: FÁBIO SPINA - FRANÇA

Adviser: Prof. Dr. JOÃO WALTER SIMÕES

SUMMARY

The purpose of this dissertation was: **a)** to study the effect of different numbers of remaining trees on the growth of second rotation; **b)** to verify which number of remaining trees/ha on the wood volume production of hardboard, up to 4 cm top diameter in the second rotation, and **c)** to determine the wood volume for saw-milling produced by *Eucalyptus saligna* at the same area.

The experiment was carried out in a *Eucalyptus saligna* commercial wood lot located at Fazenda Rio Claro, county of Lençóis Paulista, State of São Paulo, Brazil. The seeds came from a commercial plantation located in the county of Itatinga, State of São Paulo, and the seedlings were planted at 3.00 x 1.75 m spacings on April, 1975.

On February, 1983, it was done a row clear cut each fifth row for wood extraction. On the remaining rows

trees were left according to the 6 (six) treatments (clear cut, 40, 70, 100, 130 and 160 remaining trees per hectare). The stumpage was managed leaving 2 to 3 sprouts per stump. Randomized complete blocks was the statistical design, with 3 replications. Each plot has 2.3 hectares and the whole experiment 41,31 hectares. In each plot were located 3 sub-plots for tree tally.

The statistical analyses were performed at 41, 53 and 60 months after cutting and for each sub-plot the following parameters were calculated: mean square DBH, mean height, dominant height, basal area and wood volume for hard-board and saw mill production. It was possible to draw the following conclusion:

- remaining trees did not affect coppicing survival.
- remaining trees did not affect dominant height of sprouts or of the remaining trees.
- remaining trees affect the mean squared DBH of the sprouts, basal area and volume. The most important reduction was between 0 and 25 remaining trees per remaining trees per hectare, showing competition over sprout growth and low feasibility of *E. saligna* growth under a dense canopy.
- at 60 months of age no competition among remaining trees was detected.
- there is a strong correlation between remaining trees number and volume per hectare.

- the increased in yield of small diameter wood in remaining trees was not sufficient to compensate de sprouts the volume reduction in wood production, due to competition.
- the management system that contemplates to leave remaining trees on the stand after first cut is not recommended for *E. saligna* due to decrease on total volume production at 60 months of age. It produces 50% less volume per hectare than clear cut system.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, cerca de 41% de sua superfície é coberta por florestas naturais, sendo que 32% estão localizadas na região norte. Os reflorestamentos, por sua vez, representam pequena proporção do recurso florestal total do país.

A cobertura de florestas naturais guarda, habitualmente, relação inversa com a densidade populacional humana. Este fenômeno tem acompanhado o desenvolvimento industrial e agrícola, originando quadro de escassez do recurso florestal a distâncias economicamente viáveis em relação aos centros consumidores.

As florestas naturais, quando comparadas aos reflorestamentos, não apresentam potencial adequado para produção racional de matéria prima lenhosa. Tal fato se deve ao pequeno conhecimento da ecologia e das técnicas silviculturais de regeneração.

Por outro lado, com o aumento da produção, as indústrias madeireiras exigem melhor qualidade da matéria prima. Este requisito pode ser preenchido adequadamente com material provindo de reflorestamentos.

As florestas plantadas são homogêneas e podem ser exploradas regularmente. É possível, portanto, planejar o rendimento florestal. Esta informação é necessária para o dimensionamento das indústrias, da magnitude dos reflorestamentos, dos cronogramas de reposição, dos investimentos e de outros itens da cadeia produtiva. Estes fatores permitem a verticalização dos plantios às indústrias.

Outro fator importante a considerar é a necessidade de proteção e preservação das florestas naturais remanescentes nas regiões Sul e Sudeste que foram intensamente exploradas.

No País, existem cerca de 6 milhões de hectares reflorestados, principalmente com espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. Desse total, 70% encontram-se nas regiões Sul e Sudeste (IBDF, 1987).

Nessas regiões, a demanda é representada, em sua maior parte, pelas indústrias de celulose e papel, de chapas de fibras e de aglomerado, e de produção de ferro gusa.

A estreita relação entre o reflorestamento e esses três segmentos industriais demandantes orientou a geração de matéria prima florestal segundo os requisitos dessas indústrias. Desta forma, a escolha das espécies utilizadas, dos ciclos de corte e das rotações vêm sendo efetuados conforme as necessidades dessas indústrias.

A escassez de madeira de floresta nativa, para construção civil e para a indústria de móveis, tem feito com que a madeira de reflorestamento seja uma alternativa bastante atraente para este segmento demandante.

Estimativas da ANFPC (1981) prevêem aumento no consumo de madeira serrada em 23 vezes no período de 1980 a 2000 e em 5 milhões de metros cúbicos de 1990 a 2000.

Desta forma, é necessário estudar alternativas silviculturais para abastecimento de madeira com características necessárias para suprir o mercado de laminados, faqueados e serraria, sem contudo reduzir a produção de madeira para os demais setores demandantes.

Este trabalho tem os seguintes objetivos:

- Estudar o efeito de diferentes números de árvores remanescentes por hectare sobre o desenvolvimento da brotação de *E. saligna* até 60 meses após o primeiro corte.
- Estudar o efeito de diferentes números de árvores remanescentes de *E. saligna* por hectare sobre o desenvolvimento dessas árvores até 60 meses após o primeiro corte.
- Determinar qual o número de árvores remanescentes que favorece a produção do maior volume de madeira por hectare com até 4 cm de diâmetro mínimo, destinado à produção de chapas duras e para serraria, até 60 meses após o primeiro corte.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. USOS MÚLTIPLOS DAS FLORESTAS

A finalidade básica do reflorestamento é o fornecimento de madeira para diversos consumidores, especialmente para produção de carvão, celulose e chapas. FOELKEL (1986), no entanto, considera que a competitividade crescente e a necessidade de ganhar novos mercados tem provocado contínuo aperfeiçoamento das indústrias, suas ações têm se concentrado na otimização de seus processos e na diversificação de produtos. Afirma ainda que, a especialização demasiada das florestas sob esse enfoque é desaconselhável.

Todavia, as florestas implantadas têm outros usos relevantes, tais como o aproveitamento de solos marginais para a agricultura, desenvolvimento sócio-econômico de regiões pouco evoluídas, aproveitamento do sub-bosque para a pecuária e a implantação de apicultura (HAHRIE et alii, 1986).

A pressão sobre a terra é muito grande e com tendência a se acentuar. Por isso é necessário colocar à disposição da comunidade o máximo de serviços e de benefícios uti

tizando a menor porção de terra possível. Isto implica em adotar técnicas de manejo florestal que permitam obter alta produtividade (BARROS, 1986) e diversidade de produtos.

A necessidade de diversificação no uso das madeiras de reflorestamento e a racionalização no aproveitamento de áreas plantadas foi reconhecida pelo Governo Federal mediante legislação sobre o assunto: a partir de 1983, o processamento mecânico passou a ser uma das prioridades da execução da política de reflorestamento.

A integração de uma floresta com o objetivo de se obter a maior gama de produtos encontra-se na dependência de vários fatores. A localização da floresta próxima a centros urbanos facilita a integração com a sociedade, possibilitando a utilização de vários produtos, como por exemplo, os recursos ambientais e produtos florestais alternativos. A proximidade de polos industriais que consumam madeira também é de suma importância para a viabilização do empreendimento (NICOLIELO, 1986).

A escassez de madeira para finalidades nobres, como por exemplo, faqueado, laminado e serraria, traz a possibilidade de utilização das florestas plantadas para outros fins que não sejam energia, celulose e chapas, tal como ocorre predominantemente. Esses aspectos forçariam a mudança no sistema silvicultural para que através de cortes seletivos, vários produtos possam ser obtidos da floresta durante um ci-

clo. Sistemas de manejo desse tipo permitiriam a obtenção de madeira para energia, celulose ou chapas, serraria e construção civil, postes, além de fornecer proteção ambiental (BARROS, 1986).

O manejo que visa a obtenção de madeiras mais nobres torna-se trabalhoso, pois é necessário conduzir a floresta com maior cautela, para obter árvores com bons padrões fenotípicos nas quais o diâmetro, altura e a forma são preponderantes (NICOLIELO, 1986).

A qualidade da tora produzida depende, além da forma e dimensões da árvore da qual provém, dos cuidados tomados no seu corte, transporte e armazenamento até o momento do desdobro. Madeiras suscetíveis ao ataque de fungos e insetos devem receber tratamento preservativo imediatamente após o abate da árvore, durante o armazenamento e após a obtenção do material serrado (FREITAS, 1986).

Segundo BEVEGE (1967), um dos maiores problemas encontrados na produção de madeira para serraria no EUA é a ocorrência de defeitos internos no fuste, não sendo possível detectá-los na árvore em pé. Como consequência, grande soma de recursos é aplicada na exploração, transporte, secagem e desdobro da madeira de baixa qualidade. Torna-se, portanto, imprescindível a aplicação correta de diferentes técnicas de desbaste e desrama visando a obtenção de madeira de boa qualidade para serraria, laminação ou faqueado.

Segundo BERTOLOTTI et alii (1983), a adoção da prática de desbaste tem sido limitada por fatores de ordem técnica e econômica. A carência de pesquisas que norteiem as operações de desbastes não tem contribuído para a definição adequada quanto a escolha e idade das árvores a serem desbastadas, bem como para a intensidade e número de desbaste para cada local e espécie. Por outro lado, as informações relativas à taxa de retorno a ser obtida com a adoção dos desbastes são escassas e, em geral, os custos desta operação são altos, não garantindo, por isso, preços compensadores para a madeira assim produzida.

2.2. MANEJO DA FLORESTA DE *Eucalyptus*

O manejo propriamente dito inicia-se em uma floresta já formada e prevê sua condução futura, seja em rotações curtas, seja em rotações longas. Entretanto, todas as técnicas empregadas na sua implantação fazem parte do manejo, indo desde o planejamento do reflorestamento, até a exploração e a regeneração ou a reforma (SIMÕES, 1988).

A exploração usual de eucalipto produz grande volume de madeira com pequenas dimensões, não atingindo, na maioria das vezes, alto valor por unidade de volume. Adições substanciais no valor são obtidos se essa madeira for destinada à produção de celulose, chapas ou a outro processo indus-

trial. O eucalipto pode ainda ser manejado sob rotações longas com desbastes periódicos. Dependendo do mercado local, a madeira dos desbastes pode ser vendida para postes e a produção final para serraria, laminado ou faqueado (FAO, 1981).

Conforme a mesma fonte, a maioria dos plantios de eucalipto é conduzida mediante rotações curtas, sem desbaste. Informações de campo de talhões desbastados para produção de madeira para serraria são escassas.

A produção total de madeira de que o país dispõe visa abastecer, principalmente, as indústrias de celulose e papel, painéis de fibras, produção de carvão para siderurgia e outros (SIMÕES et alii, 1981). Portanto, o manejo efetuado nos reflorestamentos é voltado para essas indústrias.

AGUIAR & JANKOWSKY (1986) comentam que apesar do notável avanço obtido nas técnicas aplicadas à eucaliptocultura brasileira, pouco tem sido feito no que se refere à utilização de madeira maciça, principalmente nas indústrias de laminados, compensados e madeiras serradas.

Em razão da dificuldade de aquisição e do alto custo da matéria prima para serraria e laminação, do esgotamento das matas de araucária e da grande distância da Floresta Amazônica, surgiu a necessidade de rever os conceitos e os objetivos da produção das florestas implantadas, concentradas em grande parte nas regiões Sudeste e Sul (SIMÕES, 1988).

Segundo o mesmo autor, vem existindo constante preocupação das empresas em diversificar a linha de produção de suas florestas. Além de madeira fina, para o abastecimento industrial, produzida em rotações curtas, mantém paralela e conjuntamente a produção de toras longas para fins mais nobres.

Existem, portanto, dois métodos básicos para produção de toras de eucalipto. O primeiro, por desbastes sucessivos; o segundo, por produção conjugada de toras e de madeira fina destinada ao processamento industrial.

2.2.1. Sistema de produção de toras por desbastes sucessivos

2.2.1.1. Conceituação

Os desbastes são cortes parciais feitos em povoamentos imaturos, com o objetivo de estimular o crescimento das árvores remanescentes e aumentar a produção de madeira utilizável (SIMÕES et alii, 1981).

BURGER (1976) considera como desbaste todo o corte realizado a partir do fechamento do povoamento, exceto os cortes finais e regenerativos.

Segundo HILLIS & BROWN (1978), o desbaste arti

ficial é a redução da densidade do povoamento com o propósito de manejo. Um dos principais objetivos é concentrar o potencial de crescimento do sítio sobre poucas árvores, o que resulta normalmente em árvores grandes de melhor qualidade.

SMITH (1962) considera que os desbastes são necessários para redistribuir o crescimento potencial do povoamento em determinado número de árvores selecionadas e para possibilitar a utilização do material lenhoso produzido durante a rotação do povoamento.

Há, portanto, consenso quanto a dever ser efetuado desbaste para remover as árvores excedentes, a fim de que se possa concentrar o potencial produtivo do povoamento em número limitado de árvores selecionadas.

2.2.1.2. Tipos de desbastes sucessivos utilizados em *Eucalyptus*

Desbastes não são habitualmente praticados em eucalipto. Quando regimes de rotações longas incluem o desbaste, o estoque de fustes vivos, oriundos da brotação das árvores cortadas, no final do ciclo, é baixo para uso prático (HILLIS & BROWN, 1978), sendo normalmente finos (FAO, 1981).

Os desbastes por baixo ou seletivo são os métodos mais empregados para eucalipto.

No desbaste por baixo, ou alemão, são removidas principalmente as árvores dominadas (SIMÕES et alii, 1981).

Segundo HILLIS & BROWN (1978), o desbaste pelo alto em florestas implantadas de eucalipto não é prática silvicultural interessante, pois as árvores dominadas e codominadas não se desenvolvem satisfatoriamente após o desbaste.

Em alguns países onde há mercado para os fustes finos, a brotação deve ser deixada para posterior exploração. Em outros países, os tocos são eliminados. Isto simplifica o manejo e previne a competição da brotação, que pode causar redução na taxa de crescimento do volume remanescente destinado para postes, serraria e compensados que é mais lucrativo (FAO, 1981).

HILLIS & BROWN (1978), estimam que somente 5% da produção de madeira de eucalipto em segunda rotação pode ser destinada à laminação e serraria.

A seguir são apresentados resultados de levantamento sobre desbaste em eucalipto efetuado pela FAO em vários países (FAO, 1981).

- **Argentina:** a rotação é de 9 a 12 anos com um desbaste simples aos 7 ou 8 anos.
- **Uruguai:** o desbaste é efetuado em *E. globulus* para produção de madeira de grandes dimensões. O manejo adotado é remoção de 70% dos fustes iniciais em dois cortes (5 - 7

e 10 - 11 anos), deixando 500 fustes por hectare para corte final aos 16 anos.

- **Chile:** a madeira para serraria é obtida com 30 anos ou mais, com desbastes sucessivos.
- **Portugal:** após a segunda ou terceira exploração, são deixados de 100 a 150 dos melhores e bem desenvolvidos fustes por hectare para produção de madeira para serraria.
- **África do Sul:** a produção de madeira, para papel ou para mina, é realizada normalmente numa rotação de 6 a 10 anos sem desbaste. No caso do *E. cloeziana*, utilizado para poste de transmissão, é efetuado desbaste de 50% aos 4 anos de idade com corte final aos 12 anos. Para *E. grandis*, destinado para serraria, é conduzida rotação de 30 anos, com desbastes nas idades de 7, 11 e 15 anos, com 250 fustes por hectare para corte final.
- **Zâmbia:** para *E. grandis*, em plantios industriais, é efetuada rotação com 8 anos, e desbaste aos 2 e 5 anos de idade.
- **Marrocos:** efetuados desbastes aos 6, 9 e 11 anos para *E. gomphocephala*.
- **Paquistão:** as rotações são de 15 a 30 anos, com desbastes a cada 5 anos.
- **Papua-Nova Guiné:** o regime de desbastes para produção de madeira para serraria de *E. deglupta* numa rotação de 25 anos é o seguinte: desbastes a 5, 10 e 15 anos, deixando 99 fustes por hectare.

Segundo HILLIS & BROWN (1978), um dos principais objetivos da pesquisa sobre desbaste em eucalipto tem sido a determinação do nível ótimo de árvores por hectare. As respostas são de difícil generalização porque o ótimo depende muito dos fatores locais e sócio-econômicos. Os desbastes em eucalipto costumam ser pesados, cedo e por baixo.

2.2.2. Sistema de produção conjugada: madeira fina para processamento industrial e toras

Este sistema visa produzir madeira fina para uso industrial como principal objetivo. A produção de toras é obtida paralelamente em duas ou três rotações de produção de madeira fina. Neste caso é efetuado corte raso deixando-se determinado número de árvores remanescentes da primeira rotação no povoamento de modo a não prejudicar a produção volumétrica da brotação.

SIMÕES et alii (1981) comentam que, para a produção de madeira para serraria na região de Lençóis Paulista-SP, são selecionadas e desramadas 160 árvores por hectare em povoamentos de *E. grandis* e de *E. saligna* aos 2 anos de idade. Durante o corte desses povoamentos para abastecer a indústria com madeira fina, essas árvores desramadas são mantidas em pé, visando produzir simultaneamente postes e toras.

SIMÕES (1988) considera que este sistema pode torna-se potencialmente econômico para a continuidade de produção de madeira destinada a fins nobres.

2.2.3. Efeitos do manejo em *Eucalyptus*

2.2.3.1. Competição e crescimento

A madeira é produzida no processo biológico e depende do material genético, do meio ambiente e da interação entre eles conforme apresentado na **Figura 1** (SPIECKER, 1981).

As condições do meio ambiente que influenciam o crescimento de uma árvore são, principalmente, luz, temperatura, água, nutrientes e CO₂. A sua disponibilidade para o crescimento de cada árvore depende da densidade do povoamento (KRAMER & KOZLOWSKI, 1972; SPIECKER, 1981).

A competição influencia o desenvolvimento da copa da árvore e, conseqüentemente, sua superfície é modificada. Os principais fatores que determinam a competição são o espaçamento, os desbastes e a mortalidade, e os dois fatores responsáveis pelas modificações são a luz e o vento (SPIECKER, 1981).

Figura 1. Interações entre o material genético e o meio ambiente que determinam o crescimento.
 Fonte (SPIECKER, 1981)

Segundo KRAMER & KOSLOWSKI (1972), quando a unidade do solo ou a intensidade da luz atuam como fatores limitantes, uma brusca e acentuada melhoria em um deles altera o

efeito limitante da interação. A importância relativa de cada fator depende das tolerâncias fisiológicas das espécies consideradas e das flutuações nos fatores físicos do meio. SPIECKER (1981) menciona que a redução na intensidade luminosa reduz a luz disponível para a parte baixa da copa das árvores e para o desenvolvimento da regeneração e que em sítios melhores o efeito tende a ser reduzido.

SPIECKER (1981) citando vários autores que estudaram a relação entre os diâmetros do fuste e da copa, conclui que existe alta correlação entre eles.

Portanto, considerando-se uma determinada espécie, quanto maior a área basal, maior será o sombreamento e, conseqüentemente, a competição.

KRAMER & KOZLOWSKI (1972) comentam que o desbaste influencia o crescimento e a forma das árvores pela redução da competição e pela alteração do meio ambiente, de tal forma que este fica mais favorável aos processos que governam o crescimento das árvores remanescentes. Segundo os mesmos autores, o desbaste normalmente determina aumento do diâmetro dos troncos das árvores remanescentes e não da altura dominante.

A resposta dos eucaliptos à redução da competição pelo desbaste é bastante característica das espécies mais intolerantes à competição, nas quais as dominantes respondem

bem, mas as suprimidas não (HILLIS & BROWN, 1978). Segundo KRAMER & KOZLOWSKY (1972), este fato está relacionado com a dimensão da copa: as árvores expostas com grandes copas, normalmente desenvolvem-se mais do que aquelas com copas pequenas.

Segundo HILLIS & BROWN (1978), a maioria das espécies de eucalipto de rápido crescimento são intolerantes à competição do estrato superior. Dentre as espécies mais intolerantes os autores citam: *E. regnans*, *E. delegatensis*, *E. nitens*, *E. saligna*, *E. grandis* e *E. diversicolor*. Essas espécies são inaproveitáveis para o manejo sob o sistema de desbaste seletivo, mas outras podem ser manejadas sob esse sistema. Dentre as espécies apropriadas destacam-se: *E. pilularis*, *E. obliqua*, *E. sieberi*, *E. agglomerata*, *E. maculata*, *E. muelleana*, *E. viminalis*, *E. microcorys*, *E. resinifera*, *E. pellita* e *E. sideroxylon*.

ANDRADE (1928) efetuou ensaio de desbaste aos 5 anos e corte final aos 7 anos de idade em várias espécies de eucalipto plantadas em espaçamento 2,0 x 2,0 m. O autor conclui que o desbaste somente deverá ser realizado se a plantação for destinada a outro fim que não a produção de lenha e para corte final tardio e nas espécies mais intolerantes à competição onde a redução do número de árvores poderá promover maior crescimento, como observou em relação ao *E. alba* e *E. viminalis*.

Webb (1966)¹, citado por HILLIS & BROWN (1978), afirma que em parcelas de *E. regnans* desbastadas seletivamente, as árvores dominantes foram mais favorecidas quando comparadas com as árvores de parcelas onde permaneceu a classe intermediária.

A análise de talhões manejados sob o sistema de produção conjugada e sob corte raso conduzidos pela Duratex Florestal S/A revelam que houve diferenças na resposta do *E. saligna* em função dos locais. De modo geral, verificam-se diferenças significativas para diâmetro à altura do peito (DAP) e volume, não existindo para altura (DURATEX FLORESTAL S/A, 1965a,b,c; 1986).

FERREIRA et alii (1986) estudando o manejo de eucalipto para obtenção simultânea de madeira para serraria e chapas de fibras, verificaram significativa influência das árvores destinadas à produção de madeira para serraria no desenvolvimento das touças adjacentes. Tal influência foi tanto maior quanto maior o número de árvores remanescentes.

¹ WEBB, A.W. The effect of thinning on the growth of mountain ash in Vicotria. Melbourne, 1966. (M.Sc. University of Melbourne).

2.2.3.2. Efeitos sobre a qualidade da madeira

Os desbastes tendem a desacelerar a desrama natural e estimular o crescimento de galhos. Caso não se aplique a desrama artificial, o tamanho e o número de nós na madeira é aumentado, o único efeito compensador é que os galhos permanecem vivos, diminuindo, desta forma, o número de nós soltos da madeira (SIMÕES et alii, 1981). Segundo os mesmos autores, a desrama natural geralmente é bastante eficiente em florestas de eucalipto e, a menos que seja economicamente viável, nenhuma medida especial deve ser tomada para remover os ramos.

VILLIERS (1965) salienta que os desbastes pesados em plantios jovens provocam aparecimento de ramos epicórnicos, que diminuem o valor do material destinado para serraria.

O desbaste provoca aumento da conicidade do fuste. Este aumento da forma cônica do desbaste representa um ajustamento às novas condições a que estará exposta a árvore. A maior desvantagem do aumento da conicidade das árvores é quanto a utilização do produto final. Há muita perda de madeira para serraria na forma de costaneiras. Além disso, torna-se inviável a utilização sob a forma de postes (SMITH, 1962).

Os eucaliptos são semelhantes à maioria dos outros gêneros florestais com relação à quebra pelo vento e, co

mo regra geral, a quebra das árvores ocorre após desbastes pesados, para desbastes de igual intensidade, talhões jovens são menos afetados. Como exemplo, em um talhão de *E. regnans* aos 5 anos de idade que sofreu desbaste muito pesado (123 árvores remanescentes/ha), não houve quebra com o vento, mas a redução de 50% da área basal em um talhão de *E. sieberi* com 50 anos causou intensa quebra pelo vento (HILLIS & BROWN, 1978).

Segundo VALE et alii (1984), não devem ser confundidos os efeitos dos desbastes num povoamento com os efeitos de sítio e da idade. Por outro lado, devem ser aplicados desbastes com objetivos bem definidos, com vistas à melhoria da qualidade da madeira de determinada espécie, para que se alcance a otimização da produção florestal.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL

O experimento foi instalado em povoamento comercial localizado na quadra 57, que possui 45,9 ha, do projeto D da Fazenda Rio Claro, de propriedade da Duratex Florestal S/A (DFSA), no município de Lençóis Paulista-SP.

3.1.1. Localização

A Fazenda Rio Claro situa-se em cotas altitudinais de 600 a 750 m. As coordenadas geográficas do ponto central da propriedade são $22^{\circ}48'S$ e $48^{\circ}55'W$. A vegetação primitiva dominante na região era de cerrado.

3.1.2. Espécie

A espécie utilizada no experimento foi *Eucalyptus saligna* Smith, cujas sementes foram provenientes do Horto Florestal de Itatinga-SP.

3.1.3. Solo

O experimento foi instalado em Latossolo Vermelho Amarelo (LVA), fase arenosa, profundo, bem drenado e de classe textural barro argilo-arenosa, ácido e de baixa fertilidade (COMISSÃO DE SOLOS, 1960).

3.1.4. Clima

O tipo climático regional pelo sistema de Köeppen é o Cwa, que é um clima mesotérmico de inverno seco, em que a temperatura do mês mais quente ultrapassa os 22°C e a do mês mais frio é inferior a 18°C , sendo a precipitação do mês mais seco inferior a 30 mm. Segundo SETZER (1966), a precipitação anual média de Lençóis Paulista é próxima de 1200 mm, predominando no semestre mais quente e nos meses mais chuvosos: dezembro, janeiro e fevereiro. As temperaturas médias anual, do mês mais quente (janeiro) e do mês mais frio (julho) são $20,5^{\circ}\text{C}$; $24,0^{\circ}\text{C}$ e $17,0^{\circ}\text{C}$, respectivamente. A ocorrência de geada é de dois dias por ano em média.

Durante o período de 1974 a 1988, foram coletados dados climáticos da Fazenda Rio Claro. Estes são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Dados climáticos médios da Fazenda Rio Claro, correspondentes ao período de 1974 a 1988.

Meses	Temperatura em °C			Pluviosidade (mm)
	Máxima	Média	Minima	
Janeiro	30,7	23,7	16,9	161
Fevereiro	30,1	23,6	17,3	174
Março	29,6	23,0	16,5	152
Abril	27,8	21,2	14,7	95
Maio	25,4	18,3	11,1	95
Junho	23,8	15,7	7,9	94
Julho	25,1	16,4	7,8	35
Agosto	26,7	17,8	8,9	57
Setembro	27,1	19,0	11,0	91
Outubro	29,3	21,2	13,4	108
Novembro	29,5	22,1	14,9	157
Dezembro	29,7	22,4	15,4	183
MEDIA	27,9	20,4	13,0	1403

Elaborou-se o balanço hídrico do local seguindo o método de PESSOA (1985) com os dados da Tabela 1. O balanço hídrico é apresentado na Tabela 2 e Figura 2.

Tabela 2. Balanço hídrico mensal, segundo PESSOA (1985), para a Fazenda Rio Claro, baseado nos dados termo pluviométricos do período de 1974 a 1988.

Meses	P (mm)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NA (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	161	128	33	-	125	0	128	0	33
Fevereiro	174	111	63	-	125	0	111	0	63
Março	152	107	45	-	125	0	107	0	45
Abril	95	81	14	-	125	0	81	0	14
Maio	95	57	38	-	125	0	57	0	38
Junho	94	43	51	-	125	0	43	0	51
Julho	35	48	-13	-13	112	-13	48	0	0
Agosto	57	59	-2	-15	110	-2	59	2	0
Setembro	91	69	22	-	125	15	69	0	7
Outubro	108	92	16	-	125	0	92	0	16
Novembro	157	102	55	-	125	0	102	0	55
Dezembro	183	111	72	-	125	0	111	0	72
ANO	1008	1402	394			0	1008	0	394

Onde:

P: precipitação hídrica
 ETP: evapotranspiração potencial
 NA: negativo acumulado
 ARM: armazenamento de água
 ALT: alterações do armazenamento
 ETR: evapotranspiração real
 DEF: deficiência de água
 EXC: excesso de água

Figura 2. Balanço hídrico da Fazenda Rio Claro, no período de 1974 a 1988.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Plantio

Efetuuou-se o plantio de mudas de *E. salinga* em abril de 1975, no espaçamento 3,00 x 1,75 m.

3.2.2. Adubação

Aplicaram-se, 60 dias após o plantio, 400 kg de NPK (10:28:6), 1,2 kg de B e 2 kg de Zn por hectare em filete contínuo ao lado da linha de plantio. Não se efetuou adubação após o primeiro corte.

3.2.3. Descrição do sistema conjugado

Ao final da primeira rotação de 8 anos, ao invés de corte raso, manejou-se parte da quadra 57 mediante o sistema conjugado. Este sistema constou de corte raso de uma linha de árvores a cada cinco linhas para retirada da madeira de primeira rotação. Nas demais linhas, foi efetuado o corte deixando-se somente o número de árvores remanescentes correspondentes aos tratamentos previstos no delineamento experimental.

3.2.4. Delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos aplicados foram 0 (tratamento 1, corte raso), 40 (tratamento 2), 70 (tratamento 3), 100 (tratamento 4), 130 (tratamento 5) e 160 (tratamento 6) árvores remanescentes por hectare (NR).

A área de cada parcela foi 2,26 ha (150,5x150,0 m), totalizando 40,68 ha.

O croqui do experimento é apresentado a seguir:

BLOCO I		BLOCO II		BLOCO III	
4	6	5	3	3	5
2	1	2	1	2	1
5	3	4	6	6	4

Ressalta-se que o termo "subparcela" foi utilizado para caracterizar a unidade amostral locada no interior de uma parcela.

No centro da área de cada parcela alocou-se uma subparcela de 11x12 árvores para medição das variáveis den-

drométricas e a área restante foi considerada como bordadura da parcela. No perímetro do experimento, a bordadura constituiu de 12 linhas de plantio com 160 NR.

Após a primeira medição, aos 13 meses de idade, verificou-se diferença no NR entre subparcelas de mesmo tratamento. Por esse motivo, alocaram-se três subparcelas de 11 x 12 árvores em cada parcela após a medição aos 13 meses de idade, totalizando 54, tendo sido desconsiderada a subparcela inicial. Neste caso, a bordadura constituiu do restante da área da parcela.

O aumento do número de subparcelas causou aumento no número de graus de liberdade, fato que possibilitou a análise mais eficiente por regressões para detectar a influência do NR sobre a brotação e sobre as árvores remanescentes.

3.2.5. Cálculo e seleção das árvores remanescentes nas parcelas

Calculou-se o número de árvores remanescentes a serem deixadas por linha após o corte em função de linhas úteis de cada tratamento. Consideraram-se como linhas úteis todas aquelas que, no tratamento, não sofreram corte raso para extração da madeira.

No critério utilizado para a seleção das árvores remanescentes dos tratamentos, consideraram-se as seguintes características: uniformidade na distribuição espacial, retidão do fuste e ausência de bifurcações. Esta seleção foi realizada imediatamente antes da exploração, marcando-se as árvores com tinta à altura do peito.

3.2.6. Corte

Efetuiu-se o primeiro corte em fevereiro de 1983, deixando-se o NR correspondente a cada parcela.

O volume de madeira explorada na quadra 57 foi de 18.186,8 st, correspondendo a 386,4 st/ha. O volume de madeira explorado em cada parcela não foi quantificado.

Após o corte, determinou-se o NR presente em cada parcela através de censo, cuja média por hectare é apresentada na **Tabela 3**.

3.2.7. Desbrota

Efetuiu-se a desbrota, com machado, aos 18 meses após o corte em todas as parcelas. Deixaram-se dois brotos por touça ou três quando próxima de falhas, permanecendo os mais vigorosos, mais bem inseridos e diametralmente opostos.

Tabela 3. Número de árvores remanescentes por hectare planejado (NRP) e observado (NRO) por bloco (B) e por tratamento após o corte.

TRATAMENTOS	NRP	NRO			
		BI	BII	BIII	MEDIA
1	0	0	0	0	0
2	40	40	40	47	43
3	70	84	60	80	73
4	100	85	116	91	97
5	130	130	122	130	127
6	160	144	165	160	155

3.2.8. Avaliações dendrométricas

Realizaram-se avaliações dendrométricas aos 13, 29, 41, 53 e 60 meses de idade nas subparcelas. Nestas coletaram-se a altura e o diâmetro à altura do peito (DAP) dos brotos e das árvores remanescentes, e contaram-se as touças mortas.

Utilizou-se o dendrômetro de Blume-Leiss para medição da altura das árvores das subparcelas e a fita dendrométrica para determinação do DAP.

3.2.9. Cálculo da percentagem de touças mortas

Calcularam-se as percentagens de touças mortas através da divisão do número de pontos com touças mortas contados em cada subparcela pelo número total de pontos da subparcela, sendo o valor obtido multiplicado por 100.

3.2.10. Cálculo das alturas dominantes e médias

Determinou-se a altura dominante dos brotos considerando-se a média das alturas equivalentes aos 100 brotos por hectare de maior DAP, que corresponde a 6 brotos por subparcela. Para as árvores remanescentes, efetuou-se a média das 2 árvores de maior DAP, devido ao número de árvores remanescentes presentes nas subparcelas com menor NR, o que corresponde a 33 árvores/ha.

Calcularam-se as alturas médias dos brotos ou das árvores remanescentes em cada subparcela através da soma-tória das alturas individuais dividida pelo número total de brotos ou de árvores remanescentes, respectivamente.

3.2.11. Cálculo do DAP médio quadrático (DAPq)

Determinou-se o DAPq dos brotos ou das árvores remanescentes através da raiz quadrada do somatório dos DAPs

individuais por subparcela elevados ao quadrado e divididos pelo número total de brotos ou de árvores remanescentes.

3.2.12. Cálculo das áreas basais

Calcularam-se as áreas basais médias da brotação ou das árvores remanescentes de cada subparcela através do somatório das áreas basais individuais e transformou-se o valor obtido para hectare com base no valor da área da subparcela.

Determinou-se a área basal total em cada subparcela com árvores remanescentes através da soma das áreas basais da brotação e das árvores remanescentes. Nas subparcelas sem árvores remanescentes a área basal correspondeu à da brotação.

3.2.13. Cálculo do volume comercial de madeira

Antes de apresentar a metodologia utilizada, é importante elucidar que o termo "volume para processamento" foi empregado para caracterizar o volume comercial de madeira com casca destinado à produção de chapas duras.

3.2.13.1. Caracterização do volume de madeira

O volume de madeira produzido pelos brotos com mais de 4 cm de diâmetro mínimo foi considerado para processamento.

Para as árvores remanescentes, definiram-se os volumes de madeira: total, para serraria e para processamento, produzidos pelos fustes dessas árvores. Considerou-se como volume total, aquele produzido pelas remanescentes com diâmetro superior a 4 cm; para serraria, com diâmetro superior a 15 cm e; para processamento, com diâmetro entre 14,9 e 4 cm.

3.2.13.2. Equações de volume

As equações para cálculo dos volumes da brotação e das árvores remanescentes foram determinadas em povoamentos de *E. saligna* da DFSA, manejados sob corte raso e com 100 NR em média.

3.2.13.3. Cálculo do volume de madeira comercial da brotação

Calculou-se o volume de madeira por fuste dos brotos, utilizando-se as Equações 1 (Eq. 1) e 2 (Eq. 2) para

as subparcelas com árvores remanescentes e as manejadas sob corte raso, respectivamente.

$$\text{Eq. 1} \quad V_1 = (1,9460 + 0,1574 D^2 - 0,0552 H^2 + 0,01816 D^2 H + 0,0111 DH^2)/1000$$

$$\text{Eq. 2} \quad V_2 = (0,1248 (D^2 H)^{0,87423})/1000$$

onde:

V_1 : volume para processamento da brotação sob árvores remanescentes (m^3)

V_2 : volume de madeira dos brotos das subparcelas sem árvores remanescentes (m^3)

D : DAP do broto ou árvore remanescente (cm)

H : altura do broto ou da árvore remanescente (m)

Obteve-se o volume por subparcela através do somatório dos volumes individuais, tendo sido transformado para hectare através da Equação 3 (Eq. 3).

$$\text{Eq. 3} \quad V_{(ha)} = V_{pp} \cdot 1000/AP$$

Onde:

$V_{(ha)}$: volume de madeira por hectare (m^3/ha)

V_{pp} : volume de madeira por subparcela (m^3)

AP : área da subparcela (m^2)

3.2.13.4. Cálculo do volume de madeira comercial das árvores remanescentes

Calculou-se o volume de madeira total, para serraria e para processamento por fuste das árvores remanescentes utilizando-se as Equações 4 (Eq. 4), 5 (Eq. 5) e 6 (Eq. 6), respectivamente.

$$\text{Eq. 4} \quad V_4 = (979,44 - 127,1450 D + 3,2574 D^2 + 2,0406 - 0,0391 D^2 H) / 1000$$

$$\text{Eq. 5} \quad V_5 = (-767,2694 + 77,2746 D - 1,4499 D^2 - 1,2096 DH + 0,0609 D^2 H) / 1000$$

$$\text{Eq. 6} \quad V_6 = V_4 - V_5$$

Onde:

V_4 : volume de madeira total da árvore remanescente (m^3)

V_5 : volume de madeira para serraria da árvore remanescente (m^3)

V_6 : volume de madeira para processamento da árvore remanescente (m^3)

D : DAP da árvore remanescente (cm)

H : altura da árvore remanescente (m)

Obtiveram-se os volumes por subparcela através do somatório dos volumes individuais, tendo sido transformados para hectare através da Equação 3 (Eq. 3).

3.2.13.5. Cálculo do volume total de madeira para processamento

Calculou-se o volume total de madeira para processamento por subparcela com árvores remanescentes, através da soma dos volumes da brotação e para processamento das árvores remanescentes.

Nas subparcelas manejadas sob corte raso, considerou-se somente o volume de madeira produzido pela brotação.

3.2.13.6. Cálculo do volume total de madeira

Calculou-se o volume total de madeira por subparcela com árvores remanescentes, através da soma dos volumes da brotação e total das árvores remanescentes.

Nas subparcelas manejadas sob corte raso, considerou-se somente o volume de madeira produzido pela brotação.

3.2.14. Cálculo dos incrementos de volume de madeira

3.2.14.1. Cálculo do incremento médio

Calculou-se o incremento médio anual (IMA) do volume de madeira da brotação considerando-se o volume produzido em determinada idade após o corte dividido pelo número de anos correspondente. Para as árvores remanescente, a divisão foi afetada considerando-se o número de anos após o plantio.

Determinou-se o incremento médio mensal (IM) em determinada idade, através da divisão do IMA correspondente por 12.

3.2.14.2. Cálculo do incremento corrente mensal

Calcularam-se os incrementos corrente mensais (IC) do volume de madeira da brotação e das árvores remanescentes mediante a subtração do volume na idade considerada pelo volume na idade anterior, dividindo-se o valor obtido pelo número de meses correspondentes.

3.2.15. Cálculo do volume de madeira empilhada

Transformaram-se os valores dos volumes de madeira sólido (m^3/ha) para processamento e para serraria em estéreo (st), multiplicando-os pelos fatores 1,57 e 1,42, respectivamente (CHAVES, 1988)*.

Ressalta-se que o valor do volume de madeira empilhada somente será utilizado na análise financeira (item 3.2.16.4).

3.2.16. Análise dos dados

Inicialmente, estudou-se a consistência dos dados dendrométricos das 54 subparcelas do experimento nas várias medições efetuadas. Excluíram-se as medições aos 13 meses pelos motivos expostos acima e aos 29 meses por apresentarem quantidade significativa de subparcelas com diferente número de árvores remanescentes por hectare, quando comparadas com as medições dos anos posteriores. Do total de subparcelas, 4 não foram incluídas nas análises aos 41, 53 e 60 meses por apresentarem diferente NR. Portanto, efetuou-se a análise dos dados das medições aos 41, 53 e 60 meses de idade, e do incremento entre 41 e 60 meses.

* Comunicação pessoal.

3.2.16.1. Estratificação das subparcelas

Estratificaram-se as subparcelas em classes de **NR** para facilitar a apresentação dos resultados e da discussão. Para tanto, consideraram-se as seguintes classes: 0, 25 (12,5 a 37,5), 50 (37,6 a 62,5), 75 (62,6 a 87,5), 100 (87,6 a 112,5), 125 (112,6 a 137,5) e 150 (137,6 a 162,5) **NR**. A classe 0 **NR** corresponde às subparcelas manejadas sob corte raso.

Nos resultados de cada parâmetro aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento entre 41 e 60 meses, são apresentados o número de subparcelas de amostragem, os valores mínimo, médio e máximo e o coeficiente de variação por classe de **NR**.

3.2.16.2. Testes de ANOVA

Efetuaram-se testes de ANOVA para as alturas do minantes das árvores remanescentes e da brotação, mediante o uso do SAS (SAS, 1982), para analisar a existência de diferenças entre os blocos. Para tanto, foram consideradas as 18 subparcelas de cada um dos blocos (COUTO, 1988)*.

* Comunicação pessoal

3.2.16.3. Testes de regressão

Foram utilizados para estudo estatístico testes de regressão com um critério de variação, e teste de significância F (COUTO, 1988; PIMENTEL-GOMES, 1988 e MACHADO, 1988)*. Para tanto, empregou-se o SAS (SAS, 1982). Em todos os testes de significância considerou-se $\alpha = 0,05$.

Os modelos de regressão estudados foram (SPIEGEL, 1985):

$$\begin{aligned} y &= a + b.x + c.x^2 \\ y &= a + b.x \\ \text{Log}(y) &= a + b.x \\ \text{Log}(y) &= a + b. (\log (x)) \\ y &= a + b. (\log (x)) \end{aligned}$$

onde:

y: variável dependente
 x: variável independente - número de árvores remanescentes
 a,b e c: parâmetros a serem estimados pelo modelo
 Log: logaritmo decimal (base 10)

Analisaram-se pelos modelos de regressão apresentados: as touças mortas na segunda rotação; as alturas dominantes e médias, o DAPq e a área basal, tanto da brotação como das árvores remanescentes; a área basal total; o volume de madeira da brotação; o volume de madeira total, para serra

* Comunicações pessoais

ria e para processamento das árvores remanescentes; o volume de madeira total para processamento e; o volume total de madeira.

Selecionaram-se os melhores modelos para uma determinada variável, quando estes rejeitaram H_0 ($\alpha > 0,05$) e através dos maiores valores de F e do coeficiente de determinação (R^2) (COUTO, 1988; PIMENTEL-GOMES, 1988)*.

3.2.16.4. Análise financeira do volume comercial total

Efetuuou-se análise financeira, considerando-se o preço da madeira em pé produzida para processamento e para serraria com base nos preços praticados no mercado madeireiro. No mês de novembro de 1988, esses preços eram de CZ\$ 3.000,00 e de CZ\$ 5.000,00 por estêreo de madeira em pé para processamento e para serraria, respectivamente.

* Comunicações pessoais

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. PERCENTAGEM DE TOUÇAS MORTAS (PF)

Os resultados da PF aos 41, 53 e 60 meses após o corte (aplicação dos tratamentos) são apresentados e discutidos a seguir.

Na **Tabela 4** são apresentados os resultados da PF média aos 41, 53 e 60 meses de idade e o incremento de 41 a 60 meses (IPF), os valores mínimo e máximo, o coeficiente de variação em percentagem (CV%) e o número de subparcelas de amostragem (**NSP**) em cada classe de **NR**

Tabela 4. Resultados das porcentagens médias de falhas da segunda rotação (PF) aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento entre 41 e 60 meses (IPF), valores mínimo (m) e máximo (M), coeficiente de variação (CV%) e número de subparcelas de amostragem (NSP) em cada classe de número de árvores remanescentes por hectare (NR).

N R	S P	I D A D E (meses)															
		41				53				60				41 a 60			
		m	PF	M	CV%	m	PF	M	CV%	m	PF	M	CV%	m	IPF	M	CV%
0	7	11,0	22,6	39,0	41,2	12,0	22,9	39,0	40,1	13,0	23,7	39,0	36,7	0,0	1,1	4,0	128,1
25	6	10,0	37,7	75,0	56,2	19,0	38,5	75,0	54,5	19,0	38,5	75,0	54,5	0,0	0,6	2,0	90,5
50	5	3,0	16,2	24,0	53,5	3,0	16,0	25,0	54,6	3,0	17,0	26,0	55,3	0,0	0,0	2,0	104,5
75	13	9,0	21,1	57,0	59,5	10,0	21,7	59,0	58,9	10,0	21,9	59,0	58,1	0,0	0,3	4,0	151,6
100	6	3,0	17,2	35,0	62,0	3,0	16,4	35,0	70,5	7,0	17,6	35,0	59,1	0,0	1,4	4,0	119,5
125	10	7,0	23,3	50,0	62,2	7,0	25,1	50,0	56,0	7,0	25,2	50,0	55,7	0,0	1,4	4,0	107,5
150	3	5,0	14,3	26,0	74,6	5,0	15,0	26,0	58,9	5,0	15,0	26,0	58,9	0,0	0,0	0,0	--

Na **Tabela 5** são apresentados os valores de F , a significância e o coeficiente de determinação percentual R^2 (%) dos modelos de PF aos 41, 53 e 60 meses de idade e IPF, ambos em função de NR.

Tabela 5. Valores de F, significância (sig) e o R^2 (%) dos modelos de percentagem de falhas da segunda rotação (PF) aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento entre 41 e 60 meses (IPF) em função do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

M O D E L O		I D A D E (meses)			
		PF			IPF
		41	53	60	41 a 60
1. $y = a + b.(NR) + c.(NR)^2$	F	1,09	0,99	1,09	0,12
	SIG	ns	ns	ns	ns
	$R^2(\%)$	4,45	4,04	4,43	0,52
2. $y = a + b.(NR)$	F	1,93	1,79	1,97	0,24
	SIG	ns	ns	ns	ns
	$R^2(\%)$	3,87	3,59	3,94	0,49
3. $\log y = a + b(NR)$	F	2,19	1,82	1,97	0,09
	SIG	ns	ns	ns	ns
	$R^2(\%)$	4,36	3,66	3,95	0,04
4. $\log y = a + b(\log(NR))$	F	2,27	1,97	2,13	0,08
	SIG	ns	ns	ns	ns
	$R^2(\%)$	4,51	3,95	4,25	0,03
5. $y = a + b(\log(NR))$	F	1,83	1,68	1,90	0,10
	SIG	ns	ns	ns	ns
	$R^2(\%)$	3,68	3,37	3,80	0,20

ns - não significativo ao nível de 5 % de probabilidade

Onde:

y - variável dependente: PF ou IPF

Verifica-se na **Tabela 5** que todos os modelos em estudo não foram significativos ao nível de 5% de probabilidade. Portanto, não se comprova correlação entre NR e PF e entre NR e IPF.

A inexistência de correlação entre NR e PF revela que a espécie pode se desenvolver com a presença de árvores remanescentes, concordando com HILLIS & BROWN (1978) e FAO (1981).

4.2. ALTURA (H)

Os resultados de altura dominante (HD) e de altura média (HM) da brotação e das árvores remanescentes aos 41, 53 e 60 meses após o corte (aplicação dos tratamentos) são apresentados e discutidos a seguir.

4.2.1. Altura das árvores dominantes (HD)

4.2.1.1. HD da brotação (HD-B)

Na **Tabela 6** são apresentados os resultados da HD-B média aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 e 60 meses (IHD-B), os valores mínimo e máximo, o CV(%) e o NSP em cada classe de NR

Os valores de F da análise de variância para blocos, a média dos blocos, o índice de relatividade (IR), o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade e a significância são apresentados na **Tabela 7**.

Tabela 6. Resultados em m da altura dominante da brotação (HD-B) aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IHD - B), valores mínimo (m) e máximo (M), coeficiente de variação (CV%) e número de subparcelas de amostragem (NSP) em cada classe de número de árvores remanescentes por hectare (NR).

NR	NSP	I D A D E (meses)											
		41				53				60			
		m	HD-B	M	CV%	m	HD-B	M	CV%	m	HD-B	M	CV%
0	7	14.5	15.6	16.6	5.4	16.0	18.1	19.6	6.7	16.5	20.1	22.5	9.4
25	6	14.7	15.8	16.7	4.2	17.6	19.5	20.1	4.8	18.3	20.4	21.9	6.7
50	5	15.2	16.6	18.9	8.9	17.8	20.2	23.2	9.9	19.9	22.1	25.2	9.3
75	13	12.8	16.5	20.2	12.4	15.4	18.8	21.1	9.4	17.5	20.9	23.7	9.8
100	6	15.3	16.4	17.8	5.2	16.1	19.3	21.4	6.7	20.8	21.1	22.0	2.5
125	10	14.7	16.3	17.5	3.3	17.2	18.4	19.8	4.9	19.0	20.3	21.3	3.3
150	3	15.3	16.8	18.2	8.5	19.3	19.9	21.4	5.1	21.2	21.9	22.5	3.4

Tabela 7. Média da altura dominante da brotação (HD-B) em m por bloco aos 41, 53 e 60 meses de idade, índice de relatividade (IR), teste Tukey (T), coeficiente de variação (CV%), valor de F e significância (sig) por bloco e idade.

BLOCO	I D A D E (meses)								
	41			53			60		
	HD-B	IR(%)	T	HD-B	IR(%)	T	HD-B	IR(%)	T
1	16.1	98.7	ab	18.7	98.7	b	19.8	94.9	c
2	16.9	103.7	a	20.1	105.9	a	21.9	104.8	a
3	15.9	97.5	b	18.1	95.5	b	20.9	100.9	b
HD-B	16.3			19.0			20.9		
CV(%)	6.5			6.2			5.4		
F	2.9			3.5			3.6		
Sig	**			**			**		

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade
L - teste de Tukey em função da média dos blocos

Constata-se na **Tabela 7** que existem diferenças altamente significativas entre blocos nas idades em estudo e o teste Tukey revela aos 60 meses, que os blocos diferiram entre si ao nível de 5% de probabilidade. Nesta idade, o bloco II possui a maior média (21,9 m), o I a menor (19,8 m) e o III média intermediária (20,9 m) entre blocos, sendo a diferença entre os blocos II e I de 2,1 m ou 9,6%.

Tais diferenças revelam que pode existir variação de sítio entre os blocos do ensaio e que os modelos de regressão gerados deverão fornecer a tendência geral do efeito das árvores remanescentes sobre a brotação.

Constam da **Tabela 8** os valores de F, a significância e o R^2 (%), dos modelos de HD-B aos 41, 53 e 60 meses de idade e do IHD-B, ambos em função do NR.

Verifica-se na **Tabela 8** que os modelos em estudo não foram significativos ao nível de 5% de probabilidade. Portanto, não se comprova correlação entre o NR e HD-B e IHD-B.

Os resultados obtidos são concordantes com os de FERREIRA et alii (1986), sendo que os autores atribuem a pequena variação observada ao potencial produtivo das respectivas parcelas.

Tabela 8. Valores de F, significância (sig) e o R^2 (%) dos modelos de altura dominante da brotação (HD-B) aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IHD-B) em função do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

M O D E L O		I D A D E (meses)			
		HD-B			IHD-B
		41	53	60	41 a 60
1.	$y = a + b.(NR) + c.(NR)^2$	F 1,31 SIG ns $R^2(\%)$ 5,28	0,45 ns 7,85	0,40 ns 1,66	0,26 ns 1,09
2.	$y = a + b.(NR)$	F 1,66 SIG ns $R^2(\%)$ 3,35	0,89 ns 1,81	0,53 ns 1,08	0,29 ns 0,60
3.	$\log y = a + b(NR)$	F 1,73 SIG ns $R^2(\%)$ 3,48	0,97 ns 1,98	0,69 ns 1,42	0,03 ns 0,06
4.	$\log y = a + b(\log(NR))$	F 2,56 SIG ns $R^2(\%)$ 5,07	1,43 ns 2,90	1,33 ns 2,69	0,01 ns 0,02
5.	$y = a + b(\log(NR))$	F 2,60 SIG ns $R^2(\%)$ 5,14	1,38 ns 2,80	1,12 ns 2,29	0,21 ns 0,43

ns - não significativo ao nível de 5 % de probabilidade

Onde:

y - variável dependente: HD-B ou IHD-B

4.2.1.2. HD das remanescentes (HD-R)

Na Tabela 9 são apresentados os resultados da HD-R média das medições aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IHD-R), os valores mínimo e máximo, o CV(%) e o NSP e cada classe de NR.

Tabela 10. Média da altura dominante das árvores remanescentes (HD-R) em m aos 41, 53 e 60 meses de idade por bloco, índice de relatividade (IR), teste Tukey (T), coeficiente de variação (CV%), valor de F e significância (sig) por bloco e idade.

BLOCO	I D A D E (meses)								
	41			53			60		
	HD-R	IR(%)	¹ T	HD-R	IR(%)	¹ T	HD-R	IR(%)	¹ T
1	27.6	97.9	a	28.2	98.9	b	28.8	95.5	b
2	28.6	101.4	a	29.8	102.7	a	30.9	102.5	a
3	28.3	100.6	a	29.2	100.4	ab	30.7	102.0	a
HD-R	28.2			29.1			30.1		
CV(%)	6.5			6.2			6.4		
F	6.1			6.1			6.1		
Sig	**			**			**		

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade

¹ - calculado em função da média do bloco

Verifica-se na **Tabela 10** que ocorrem diferenças altamente significativas entre blocos para todas as idades. Mediante o teste Tukey constata-se que aos 60 meses, os blocos II (30,9 m) e III (30,7 m) diferiram significativamente do bloco I (28,8 m). A diferença entre os blocos II e I é de 2,1 m ou 9,3%, revelando tendências semelhantes às observadas para HD-B.

Na **Tabela 11** são mostrados os valores de F, a significância e o R^2 (%) dos modelos de HD-R aos 41, 53 e 60 meses de idade e do IDH-R, ambos em função de NR.

Tabela 11. Valores de F, significância (sig) e o R^2 (%) dos modelos para altura dominante das árvores remanescentes (HD-R) aos 41, 53 e 60 meses de idade do incremento de 41 a 60 meses (IHD-R) em função do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

M O D E L O		I D A D E (meses)			
		HD-R			IHD-R
		41	53	60	41 a 60
1.	$y = a + b.(NR) + c.(NR)^2$	F 3,85 SIG * R^2 (%) 16,15	3,65 * 15,43	4,00 * 16,66	3,06 ns 11,53
2.	$y = a + b.(NR)$	F 5,23 SIG * R^2 (%) 11,31	4,98 * 10,83	5,68 * 12,12	5,84 * 10,85
3.	$\log y = a + b(NR)$	F 5,65 SIG * R^2 (%) 12,11	5,39 * 11,63	6,19 * 13,11	5,86 * 10,88
4.	$\log y = a + b(\log(NR))$	F 8,68 SIG ** R^2 (%) 17,47	8,19 ** 16,65	9,23 ** 18,37	6,31 * 11,32
5.	$y = a + b(\log(NR))$	F 8,02 SIG ** R^2 (%) 16,37	7,59 ** 15,63	8,47 ** 17,11	7,21 * 13,05

* - significativo ao nível de 5 % de probabilidade

** - significativo ao nível de 1 % de probabilidade

Onde:

y - variável dependente: HD-R ou IHD-R

Verifica-se na **Tabela 11** que os modelos em estudo foram significativos ao nível de 5%. Portanto, selecionou-se o modelo 4 para HD-R em todas as idades e o 5 para o IHD-R por apresentarem valores de F e de R^2 (%) superiores aos demais modelos.

Considerando-se os valores de R^2 (%) dos mode-

Pelos valores de F do modelo 4 para HD-R nas idades em estudo e do modelo 5 para IHD-R (Tabela 11) e dos coeficientes angulares (Tabela 12), constata-se que o efeito de NR sobre HD-R e IHD-R é altamente significativo e positivo. O valor de $R^2(\%)$, embora significativo, é relativamente baixo, ou seja, há efeito, mas sua influência é baixa.

Os valores estimados para HD-R nas idades em estudo e para IHD-R obtidos através dos modelos e o IR são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13. Valores estimados da altura dominante das árvores remanescentes (HD-R) aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento entre 41 a 60 meses (IHD-R) mediante os modelos e índice de relatividade (IR) em cada classe de número de árvores remanescentes por hectare (NR).

CLASSES	IDADE (meses)							
	41		53		60		41 a. 60	
	HD-R (m)	IR (1) (%)	HD-R (m)	IR (2) (%)	HD-R (m)	IR (3) (%)	IHD-R (m)	IR (4) (%)
25	26,0	92,7	26,0	92,7	27,6	92,0	1,4	72,0
50	27,3	97,2	28,1	97,2	29,1	96,9	1,8	89,6
75	28,0	99,9	28,9	99,9	30,2	99,9	2,0	100,2
100	28,6	101,9	29,3	101,9	30,6	102,1	2,1	107,2
125	29,0	103,6	29,9	103,6	31,2	103,9	2,3	113,3
150	29,4	104,6	30,7	104,7	31,6	105,2	2,3	117,8

IR calculado em relação a média de idades;

(1) 28,1 m; (2) 28,8 m; (3) 32,2 m; (4) 2,8 m.

Verifica-se na **Tabela 13** que os valores de HD-R e de IHD-R são crescentes com aumento de NR e que o valor de IR entre idades é semelhante em cada classe de NR.

Observam-se diferenças crescentes de HD-R entre as classes 25 e 150 de NR para 41 (3,39 m), 53 (3,48 m) e 60 (3,98 m) meses de idade. No período de 19 meses houve diferença de 0,91 m no IDH-R de 150 para 25 NR, que corresponde a 45,7% do IHD-R médio.

Na **Figura 3** constata-se que em todas as classes de NR, houve aumento na inclinação das curvas no período de 53 a 60 meses. Este fato pode estar ligado à época de coleta de dados da última medição efetuada em fevereiro, no final da estação chuvosa (**Figura 2**), enquanto que as demais medições foram em julho, na estação seca. Apesar disto, verifica-se que a distância entre curvas se reduz com o aumento de NR. Portanto, o efeito de NR sobre HD-R, embora positivo, decresce com o acréscimo de NR. Este efeito pode ser melhor analisado na **Figura 4**.

Figura 3. Altura dominante das árvores remanescentes (HD-R) nas diferentes classes de número de árvores remanescentes por hectare (NR) em função da idade.

Figura 4. Incremento da altura dominante das árvores remanescentes de 41 a 60 meses (IHD-R) em função do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

Tabela 15. Valores de F, significância (sig) e o $R^2(\%)$ dos modelos para a altura média da brotação (HM-B) aos 41, 53 e 60 meses de idade e para o incremento de 41 a 60 meses (IHM-B) em função do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

		I D A D E (meses)				
M O D E L O		HM-B			IHM-B	
		41	53	60	41 a 60	
1.	$y = a + b.(NR) + c.(NR)^2$	F	0,66	1,08	0,51	1,94
		SIG	ns	ns	ns	ns
		R ² (%)	2,75	4,39	4,40	7,62
2.	$y = a + b.(NR)$	F	0,08	1,76	0,00	3,27
		SIG	ns	ns	ns	ns
		R ² (%)	0,17	3,54	3,38	6,38
3.	$\log y = a + b(NR)$	F	0,09	1,66	0,00	3,32
		SIG	ns	ns	ns	ns
		R ² (%)	0,19	3,34	2,95	6,47
4.	$\log y = a + b(\log(NR))$	F	0,00	0,99	0,18	2,99
		SIG	ns	ns	ns	ns
		R ² (%)	0,00	2,03	1,48	1,48
5.	$y = a + b(\log(NR))$	F	0,00	1,00	0,13	2,79
		SIG	ns	ns	ns	ns
		R ² (%)	0,00	2,04	1,70	5,49

ns - não significativo ao nível de 5 % de probabilidade

Onde:

y - variável dependente: HM-B ou IHM-B

Verifica-se na **Tabela 15** que os modelos em estudo não foram significativos ao nível de 5% de probabilidade. Portanto, não se comprova correlação entre o NR e a HM-B e entre NR e o IHM-B.

4.2.2.2. HM das árvores remanescentes (HM-B)

Na **Tabela 16** são apresentados os resultados da HM-R média aos 41, 53 e 60 meses de idade e o incremento de

41 a 60 meses (IHM-R), os valores mínimo e máximo, o CV(%) e o NSP em cada classe de NR.

Tabela 16. Resultados em m da altura média das árvores remanescentes (HM-R) aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IHM-R), valores mínimo (μ) e máximo (M), coeficiente de variação (CV%) e o número de subparcelas de amostragem (NSP) em cada classe de número de árvores remanescentes por hectare (NR).

N R	S P	I D A D E (meses)											
		41				53				60			
		μ	HM-R	M	CV%	μ	HM-R	M	CV%	μ	HM-R	M	CV%
25	6	22,5	25,1	26,5	6,1	23,3	25,7	27,5	5,9	23,0	26,5	28,3	7,7
50	5	24,5	27,7	30,2	8,4	26,5	29,3	31,8	7,2	28,2	30,7	34,3	7,4
75	13	23,8	27,5	31,7	9,8	24,2	28,8	31,6	9,4	24,7	29,2	33,8	9,4
100	6	24,4	26,4	27,4	4,7	25,6	27,6	28,6	4,3	26,1	28,5	29,6	4,7
125	10	24,1	26,2	28,4	6,4	23,8	26,6	29,5	7,8	24,9	27,5	31,3	7,1
150	3	26,5	27,7	29,5	4,9	26,1	27,9	29,7	6,0	26,7	29,3	32,5	8,6

Constam da Tabela 17 os valores de F, a significância e o R^2 (%) dos modelos de HM-R aos 41, 53 e 60 meses de idade e do IHM-R, ambos em função de NR.

Tabela 17. Valores de F, significância (sig) e o R^2 (%) dos modelos para a altura média das árvores remanescentes (HM-R) aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IHM-R) em função do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

M O D E L O		I D A D E (meses)			
		HM-R			IHM-R
		41	53	60	41 a 60
1.	$y = a + b.(NR) + c.(NR)^2$	F 0,78 SIG ns R ² (%) 3,75	0,51 ns 2,48	0,53 ns 2,60	0,42 ns 1,77
2.	$y = a + b.(NR)$	F 0,09 SIG ns R ² (%) 0,22	0,00 ns 0,01	0,00 ns 0,00	0,42 ns 0,69
3.	$\log y = a + b(NR)$	F 0,14 SIG ns R ² (%) 0,34	0,00 ns 0,00	0,01 ns 0,02	1,63 ns 3,35
4.	$\log y = a + b(\log(NR))$	F 0,62 SIG ns R ² (%) 1,48	0,18 ns 0,43	0,26 ns 0,63	1,62 ns 3,34
5.	$y = a + b(\log(NR))$	F 0,52 SIG ns R ² (%) 1,25	0,13 ns 0,32	0,18 ns 0,45	1,07 ns 2,18

ns - não significativo ao nível de 5 % de probabilidade

Onde:

y - variável dependente: HM-R ou IHM-R

Verifica-se na **Tabela 17** que os modelos em estudo não foram significativos ao nível de 5% de probabilidade. Portanto, não se comprova correlação entre o NR e a HM-R e NR e IHM-R.

Constam da **Tabela 19** os valores de F, a significância e o $R^2(\%)$ dos modelos de DAPq-B aos 41, 53 e 60 meses de idade e do IDAPq-B, ambos em função de NR.

Tabela 19. Valores de F, significância (sig) e o $R^2(\%)$ dos modelos para o DAPq da brotação (DAPq-B) aos 41, 53 e 60 meses de idade e para o incremento de 41 a 60 meses (IDAPq-B) em função do número de árvores remanescentes por ha (NR).

M O D E L O		I D A D E (meses)			
		DAPq-B			IDAPq-B
		41	53	60	41 a 60
1. $y = a + b.(NR) + c.(NR)^2$	F	4,62	10,96	11,27	12,71
	SIG	*	**	**	**
	$R^2(\%)$	16,42	31,80	32,42	32,58
2. $y = a + b.(NR)$	F	9,41	22,34	22,75	23,20
	SIG	**	**	**	**
	$R^2(\%)$	16,40	31,76	32,15	31,04
3. $\log y = a + b(NR)$	F	9,67	23,08	23,25	21,60
	SIG	**	**	**	**
	$R^2(\%)$	16,77	32,46	32,63	31,04
4. $\log y = a + b(\log(NR))$	F	8,60	21,09	22,11	22,27
	SIG	**	**	**	**
	$R^2(\%)$	15,20	30,32	31,54	32,18
5. $y = a + b(\log(NR))$	F	8,29	20,51	21,65	25,75
	SIG	**	**	**	**
	$R^2(\%)$	14,73	29,94	31,09	34,91
* - significativo ao nível de 5 % de probabilidade					
** - significativo ao nível de 1 % de probabilidade					

Onde:

y - variável dependente: DAPq-B ou IDAPq-B

Verifica-se na **Tabela 19** que os modelos em estudo foram significativos ao nível de 5% e 1%. Selecionou-se os modelos 3 para DAPq-B nas idades em estudo e 5 para IDAPq-B por apresentarem valores de F e de $R^2(\%)$ superiores aos demais modelos.

Pelos valores de $R^2(\%)$ dos modelos selecionados para DAPq-B (**Tabela 19**), verifica-se que 16,8%; 32,5% e 32,6% da variação total são explicados pela equação de regressão com NR aos 41, 53 e 60 meses de idade, respectivamente, e 34,9% para IDAPq-B.

Os modelos matemáticos selecionados para relacionar o efeito de NR sobre o IDAPq-B encontram-se na **Tabela 20**.

Tabela 20. Modelos matemáticos selecionados para relacionar o efeito do número de árvores remanescentes por hectare (NR) sobre o DAPq da brotação (DAPq-B) aos 41, 53 a 60 meses de idade e sobre incremento de 41 a 60 meses (IDAPq-B).

IDADE (MESES)	M	O	D	E	L	O	S	(1)
41	Log(DAPq-B) = 0,0776 - 0,00034.(NR)							
53	Log(DAPq-B) = 0,9268 - 0,00044.(NR)							
60	Log(DAPq-B) = 0,9455 - 0,00042.(NR)							
41-60	IDAP-B = 1,7566 - 0,38331.(log(NR))							
(1) - Dominio R: 0 <= NR <= 150 para DAPq-B Dominio R: 1 <= NR <= 150 para IDAPq-B								

Constata-se pelos valores de F dos modelos selecionados para DAPq-B e para IDAPq-B (**Tabela 19**) e dos coeficientes angulares (**Tabela 20**), que o efeito de NR sobre o DAPq-B e o IDAPq-B é altamente significativo e negativo. No entanto, o valor de $R^2(\%)$, embora significativo, é relativamente baixo, ou seja, há efeito, mas sua influência é pequena.

A existência de correlação entre NR e o DAPq-B e entre NR e IDAPq-B (Tabela 21), apesar de baixa, indica existência de competição. Segundo SPIECKER (1981) e KRAMER & KOZLOWSKI (1972) a competição entre indivíduos de um povoamento está diretamente associada com a redução do DAP. Neste caso, a competição é observada desde a medição aos 41 meses de idade, acentuando-se aos 53 e 60 meses, devido a elevação dos valores de R^2 (%).

Constam da Tabela 21 os valores estimados para DAPq-B nas idades em estudo e para IDAPq-B, e o IR em cada classe de NR.

Tabela 21. Valores estimados para DAPq da brotação (DAPq-B) em cm aos 41, 53 e 60 meses de idade e para o incremento de 41 a 60 meses (IDAPq-B) mediante os modelos, e o índice de relatividade (IR) em cada classe de número de árvores remanescentes por hectare (NR).

CLASSES	I D A D E (meses)							
	41		53		60		41-60	
	DAPq-B (cm)	IR (*) (%)	DAPq-B (cm)	IR (*) (%)	DAPq-B (cm)	IR (*) (%)	IDAPq-B (cm)	IR (*) (%)
0	7,5	100,0	8,5	100,0	8,8	100,0	1,0	100,0
25	7,4	98,1	8,2	97,5	8,6	97,6	1,2	69,3
50	7,3	96,2	8,0	95,0	8,4	95,2	1,1	63,1
75	7,1	94,3	7,8	92,7	8,2	93,0	1,0	39,1
100	7,0	92,6	7,6	90,4	8,0	90,7	1,0	36,0
125	6,8	90,7	7,5	88,2	7,8	88,5	1,0	34,0
150	6,7	89,0	7,3	85,9	7,6	86,5	0,9	52,3

(*) IR calculado para NR = 0.

Nota: calculou-se o IDAPq-B da classe 0 NR considerando-se NR=1.

Verifica-se na **Tabela 21** que ocorre redução de 0,8 (11,0%); 1,2 (14,1%) e 1,2 cm (13,5%) aos 41, 53 e 60 meses, respectivamente, de 0 para 150 NR, enquanto que para IDAPq-B a redução foi de 0,9 cm (47,7%).

A redução dos valores médios do DAPq-B, com o acréscimo de NR, é concordante com os observados para a mesma espécie em estudo por DFSA (1985a,b,c; 1986). Este fato reforça a classificação do *E. saligna* como espécie intolerante (HILLIS & BROWN, 1978 e FAO, 1981).

Constata-se na **Figura 5** o crescimento diferenciado do DAP-B nas diferentes classes de NR. Considerando-se as características das curvas, verifica-se que os incrementos são decrescentes com a idade.

Figura 5. DAPq da brotação (DAPq-B) nas classes de número de árvores remanescentes por hectare (NR) em função da idade.

Na **Figura 6** observa-se o efeito negativo do **NR** sobre o **IDAPq-B**: com o aumento do **NR** ocorre conseqüente redução do **IDAPq-B**. Entretanto, verifica-se que este efeito é de crescente com o aumento do **NR**.

Figura 6. Incremento de 41 a 60 meses de idade (**IDAPq-B**) em função do número de árvores remanescentes por hectare (**NR**).

4.3.2. **DAPq** das árvores remanescentes (**DAPq-R**)

Na **Tabela 22** são apresentados os resultados do **DAPq-R** médio aos 41, 53 e 60 meses de idade e o incremento de 41 a 60 meses (**IDAPq-R**), os valores mínimo e máximo, o **CV(%)** e o **NSP** em cada classe de **NR**.

Tabela 22. Resultados em cm do DAPq médio das remanescentes (DAPq-R) aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IDAPq-R), valores mínimo (m) e máximo (M), coeficiente de variação (CV%) e o número de subparcelas de amostragem (NSP) em cada classe de número de árvores remanescentes por hectare (NR).

N R	S P	I D A D E (meses)															
		41				53				60				41 e 60			
		m	DAP-R	M	CV%	m	DAP-R	M	CV%	m	DAP-R	M	CV%	m	IDAP-R	M	CV%
25	6	20,8	22,9	25,1	7,8	21,9	23,9	26,1	6,9	22,5	24,4	27,2	7,5	0,6	1,5	2,1	39,2
50	5	20,7	26,3	29,9	13,0	21,2	28,0	32,7	15,3	21,1	28,8	34,8	17,4	0,4	2,5	4,9	70,5
75	13	21,4	25,3	29,2	10,2	22,1	27,0	31,4	11,6	22,4	27,7	33,2	12,6	1,2	2,4	3,8	41,4
100	6	21,4	23,9	26,2	6,5	24,6	26,4	27,6	4,2	24,8	27,1	28,3	5,0	1,3	2,7	3,5	35,6
125	10	20,7	23,6	27,8	9,8	21,1	24,9	30,4	11,5	21,2	25,5	31,8	12,4	0,6	1,9	4,0	51,8
150	3	22,6	23,9	25,6	6,5	23,5	24,8	27,1	6,7	24,4	25,7	28,2	6,9	1,8	2,4	2,8	19,5

Constam da **Tabela 23** os valores de F, a significância e o R^2 (%) dos modelos de DAPq-R aos 41, 53 e 60 meses de idade e do IDAPq-R, ambos em função de NR. Verifica-se nesta tabela que os modelos em estudo não foram significativos ao nível de 5% de probabilidade. Portanto, não se comprova correlação entre NR e o DAPq-R e o IDAPq-R.

Tabela 23. Valores de F, significância (sig) e o $R^2(\%)$ dos modelos para DAPq das remanescentes (DAPq-R) aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IDAPq-R) em função do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

M O D E L O		I D A D E (meses)				
		DAPq-R			IDAPq-R	
		41	53	60	41 a 60	
1.	$y = a + b.(NR) + c.(NR)^2$	F	1,84	2,48	1,87	0,85
	SIG	ns	ns	ns	ns	
	R ² (%)	8,43	11,02	8,54	4,09	
2.	$y = a + b.(NR)$	F	0,56	0,41	0,26	0,27
	SIG	ns	ns	ns	ns	
	R ² (%)	1,35	0,98	0,63	0,66	
3.	$\log y = a + b(NR)$	F	0,45	0,30	0,16	0,93
	SIG	ns	ns	ns	ns	
	R ² (%)	1,08	0,73	0,39	2,22	
4.	$\log y = a + b(\log(NR))$	F	0,01	0,01	0,03	1,62
	SIG	ns	ns	ns	ns	
	R ² (%)	0,03	0,01	0,06	3,80	
5.	$y = a + b(\log(NR))$	F	0,04	0,00	0,00	0,79
	SIG	ns	ns	ns	ns	
	R ² (%)	0,09	0,00	0,01	1,90	

ns - não significativo ao nível de 5 % de probabilidade

Onde:

y - variável dependente: DAPq-R ou IDAPq-R

Verifica-se na Tabela 23 que os modelos em estudo não foram significativos ao nível de 5% de probabilidade. Portanto, não se comprova correlação entre NR e o DAPq-R e o IDAPq-R.

A inexistência de correlação entre NR e o DAPq-R e entre NR e IDAPq-R (Tabela 23) é indicativa de não estar havendo competição entre as árvores remanescentes. Segundo SPIECKER (1981) e KRAMER & KOZLOWSKI (1972) a competição entre indivíduos de um povoamento está diretamente associada com a

redução no DAP. Neste caso, a competição poderá se estabelecer com NR superior a 150 ou em idade superior a 60 meses. Considerando-se o manejo para a produção de madeira para serraria aos 60 meses, poder-se-ia aumentar o NR.

FERREIRA et alii (1986) encontraram resultados semelhantes aos deste estudo e aos 7 anos após o corte, não verificaram competição entre as árvores remanescentes de *E. grandis* nos tratamentos com 200 NR.

4.4. ÁREA BASAL (AB)

Os resultados da AB da brotação, das árvores remanescentes e total aos 41, 53 e 60 meses após o corte (aplicação dos tratamentos) são apresentados e discutidos a seguir.

4.4.1. AB da brotação (AB-B)

Na Tabela 24 são apresentados os resultados da AB-B média aos 41, 53 e 60 meses de idade e o incremento de 41 a 60 meses (IAB-B), os valores mínimo e máximo, o CV(%) e o NSP em cada classe de NR.

Tabela 25. Valores de F, significância (sig) e o $R^2(\%)$ dos modelos para a área basal da brotação (AB-B) aos 41, 53 e 60 meses de idade e para o incremento de 41 a 60 meses (IAB-B) em função do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

M O D E L O		I D A D E (meses)			
		AB-B			IAB-B
		41	53	60	41 a 60
1.	$y = a + b.(NR) + c.(NR)^2$	F 11,88 SIG ** $R^2(\%)$ 33,59	16,74 ** 41,59	17,58 ** 42,80	21,36 ** 47,62
2.	$y = a + b.(NR)$	F 23,67 SIG ** $R^2(\%)$ 33,03	31,33 ** 39,49	31,89 ** 39,92	30,69 ** 39,00
3.	$\log y = a + b(NR)$	F 21,95 SIG ** $R^2(\%)$ 31,38	30,14 ** 38,57	30,62 ** 38,94	30,75 ** 39,06
4.	$\log y = a + b(\log(NR))$	F 22,22 SIG ** $R^2(\%)$ 31,64	32,93 ** 40,69	34,68 ** 41,94	40,06 ** 45,49
5.	$y = a + b(\log(NR))$	F 25,48 SIG ** $R^2(\%)$ 34,68	37,26 ** 43,70	38,94 ** 44,79	44,41 ** 48,25

** - significativo ao nível de 1 % de probabilidade

Onde:

y - variável dependente: AB-B ou IAB-B

Encontram-se na **Tabela 26** os modelos matemáticos selecionados para relacionar o efeito de NR sobre AB-B e IAB-B.

Tabela 26. Modelos matemáticos selecionados para relacionar o efeito do número de árvores remanescentes por hectare (NR) sobre a área basal da brotação (AB-B) aos 41, 53 e 60 meses de idade e sobre o incremento de 41 a 60 meses (IAB-B).

IDADE (meses)	M O D E L O S	(1)
41	$AB-B = 15,6574 - 3,48714 \cdot (\log(NR))$	
53	$AB-B = 19,9408 - 4,80050 \cdot (\log(NR))$	
60	$AB-B = 21,6961 - 5,22796 \cdot (\log(NR))$	
41 a 60	$IAB-B = 6,1193 - 1,79363 \cdot (\log(NR))$	
(1) - Domínio R; $1 \leq NR \leq 150$.		

Pelos valores dos coeficientes angulares da AB-B aos 41, 53 e 60 meses de idade, verifica-se que existe uma tendência desses valores continuarem reduzindo em idades posteriores aos 60 meses. Portanto, deverá ocorrer menor desenvolvimento após 60 meses de idade e, quanto maior o NR, menor será esse desenvolvimento.

Constata-se pelos valores de F dos modelos selecionados para a AB-B e para o IAB-B (Tabela 25), e dos coeficientes angulares (Tabela 26) que o efeito de NR sobre AB-B e o IAB-B é altamente significativo e negativo. No entanto,

o valor de $R^2(\%)$, embora significativo, não é alto, ou seja, há efeito, mas sua influência não é alta.

Constam da **Tabela 27** os valores estimados da AB-B para as idades em estudo e do IAB-B, e o IR em cada classe de NR.

Tabela 27. Valores estimados em m^2/ha da área basal da brotação (AB-B) aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IAB-B) mediante os modelos, e o índice de relatividade em cada classe de número de árvores remanescentes por hectare (NR).

CLASSES	(meses)							
	41		53		60		41-60	
	AB-B	IR (*)	AB-B	IR (*)	AB-B	IR (*)	IAB-B	IR (*)
NR	(m^2/ha)	(%)	(m^2/ha)	(%)	(m^2/ha)	(%)	(m^2/ha)	(%)
0	15,7	100,0	19,9	100,0	21,7	100,0	6,1	100,0
25	10,8	68,8	13,2	66,3	14,4	66,3	3,6	59,0
50	9,7	62,1	11,8	59,1	12,8	59,0	3,1	50,2
75	9,1	58,2	10,9	54,9	11,9	54,8	2,8	45,4
100	8,7	55,4	10,3	51,8	11,2	51,0	2,6	41,3
125	8,3	53,3	9,9	49,4	10,7	49,4	2,4	38,4
150	8,1	51,5	9,5	47,6	10,3	47,6	2,2	36,3

(*) IR calculado para NR = 0.

Nota: calculou-se o IDAPq-B da classe 0 NR considerando-se NR=1.

Verifica-se na **Tabela 27** a redução da AB-B, com o aumento de NR. Notadamente, a redução da AB-B de 0 para 25 NR, aos 41, 53 e 60 meses de idade, foi de 4,99 (31,2%); 6,71 (33,7%) e 7,31 m^2/ha (33,7%), respectivamente, enquanto que de 0 a 150 NR para as mesmas idades, foi de 7,59 (48,5%); 10,45

(52,4%) e 11,38 m²/ha (52,4%). Portanto, constata-se que ocorre significativa redução da AB-B com a presença de árvores remanescentes no povoamento, principalmente no intervalo de 0 a 25 NR. A Figura 7 ilustra o exposto.

Figura 7. Área basal da brotação (AB-B) nas classes de número de árvores remanescentes por hectare (NR) em função da idade.

Na Tabela 27, verifica-se redução de 2,5 (41,0%) a 3,9 m²/ha (63,7%) do IAB-B em 19 meses entre as classes 25 e 150 NR, quando comparadas com a classe 0 NR. Esta redução pode ser observada graficamente na Figura 8 que apresenta a curva do IAB-B em função de NR.

Figura 8. Curva da redução do incremento da área basal da brotação de 41 a 60 meses (AB-B) em função do número de árvores remanescentes por hectare (NR) de idade.

As Figuras 7 e 8 demonstram que houve maior redução da AB-B e do IAB-B com maior NR, tendo sido mais acentuada de 0 para 25 NR. Portanto, a presença de árvores remanescentes limitam o crescimento da área basal.

KRAMER & KOZLOWSKI (1972) afirmam que quando a umidade do solo ou a intensidade de luz atuam como fatores limitantes, uma brusca e acentuada melhoria em um deles altera o efeito limitante. Neste caso, há possibilidade de que um e/ou outro fator esteja atuando como limitante. Segundo SPIECKER (1981), há correlação entre a área basal das remanescentes e a área da projeção vertical das copas, ou seja, do som-

breamento, sendo que este afetará o desenvolvimento da regeneração. Portanto, o efeito limitante poderá ser a intensidade de luz incidente sobre a brotação, porém são necessários estudos específicos sobre o assunto. Além destes, deve-se considerar a competição radicular por umidade e nutrientes.

4.4.2. AB das árvores remanescentes (AB-R)

Na **Tabela 28** são apresentados os resultados da AB-R média aos 41, 53 e 60 meses de idade e o incremento de 41 a 60 meses (IAB-R), os valores mínimo e máximo, o CV% e o NSP em cada classe de NR.

Tabela 28. Resultados em m²/ha da área basal média das remanescentes (AB-R) aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IAB-R), valores mínimo (m) e máximo (M), coeficiente de variação (CV%) e o número de subparcelas de amostragem (NSP) em cada classe de número de árvores remanescentes por hectare (NR).

V R	N S P	I D A D E (meses)															
		41				53				60				41 e 60			
		m	AB-R	M	CV%	m	AB-R	M	CV%	m	AB-R	M	CV%	m	IAB-R	M	CV%
25	5	1,0	1,2	1,4	15,5	1,1	1,3	1,5	13,9	1,2	1,4	1,7	15,2	0,1	0,2	0,3	40,5
50	5	1,5	2,7	3,2	26,9	1,5	3,1	3,8	29,8	1,5	3,3	4,1	32,7	0,1	0,6	1,1	72,8
75	13	2,6	3,8	5,2	21,7	2,8	4,3	6,3	24,5	2,8	4,6	6,7	26,3	0,3	0,8	1,4	51,5
100	6	3,6	4,6	5,4	12,9	4,8	5,6	6,0	8,3	4,9	5,8	6,4	6,7	0,5	1,1	1,4	35,9
125	10	3,9	5,4	7,0	18,5	4,0	6,1	8,4	23,4	4,1	6,4	9,2	25,2	0,2	1,1	2,1	52,5
150	3	5,8	6,7	7,4	12,3	6,3	7,3	8,4	12,1	6,7	7,7	9,0	12,3	0,7	1,5	2,7	59,6

Constam da **Tabela 29** os valores de F, a significância e o $R^2(\%)$ dos modelos de AB-R aos 41, 53 e 60 meses de idade e do IAB-R, ambos em função de NR.

Tabela 29. Valores de F, significância (sig) e o $R^2(\%)$ dos modelos para a área basal das remanescentes (AB-R) aos 41, 53 e 60 meses de idade e para o incremento de 41 a 60 meses (IAB-R) em função do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

M O D E L O		I D A D E (meses)			
		AB-R			IAB-R
		41	53	60	41 a 60
1.	$y = a + b.(NR) + c.(NR)^2$	F 86,69 SIG ** $R^2(\%)$ 81,25	74,08 ** 78,74	62,18 ** 75,66	12,02 ** 39,06
2.	$y = a + b.(NR)$	F 164,98 SIG ** $R^2(\%)$ 80,09	133,67 ** 76,53	112,53 ** 73,30	25,75 ** 38,58
3.	$\log y = a + b(NR)$	F 127,73 SIG ** $R^2(\%)$ 75,70	108,13 ** 72,50	98,04 ** 70,51	31,50 ** 43,45
4.	$\log y = a + b(\log(NR))$	F 259,65 SIG ** $R^2(\%)$ 86,36	219,92 ** 84,29	188,55 ** 82,14	43,09 ** 51,24
5.	$y = a + b(\log(NR))$	F 173,41 SIG ** $R^2(\%)$ 80,88	152,20 ** 78,78	128,28 ** 75,78	26,37 ** 39,14

** - significativo ao nível de 1 % de probabilidade

Onde:

y - variável dependente: AB-R ou IAB-R

Verifica-se na **Tabela 29** que os modelos em estudo foram significativos ao nível de 1% de probabilidade. Seleccionou-se o modelo 4 para AB-R em todas as idades e para IAB-R por apresentarem valores de F e de $R^2(\%)$ superiores aos demais modelos.

Pelos valores de $R^2(\%)$ do modelo selecionado para AB-R (Tabela 29) verifica-se que 86,4%; 84,3% e 82,1% da variação total nas idades de 41, 53 e 60 meses são explicados pela equação de regressão com NR e 51,2% para IAB-R.

Constam da Tabela 30 os modelos matemáticos selecionados para relacionar o efeito de NR sobre AB-R e IAB-R.

Tabela 30. Modelos matemáticos selecionados para relacionar o efeito do número de árvores remanescentes por hectare (NR) sobre a área basal das remanescentes (AB-R) aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses de idade (IAB-R).

IDADE (meses)	M O D E L O S	(1)
41	$\text{Log(AB-R)} = -1,3203 + 0,99265.(\text{log(NR)})$	
53	$\text{Log(AB-R)} = -1,2926 + 1,00492.(\text{log(NR)})$	
60	$\text{Log(AB-R)} = -1,2727 + 1,00556.(\text{log(NR)})$	
41 a 60	$\text{Log(IAB-R)} = -2,5786 + 1,25311.(\text{log(NR)})$	
(1) - Domínio R; $1 \leq \text{NR} \leq 150$.		

Constata-se pelos valores de F dos modelos selecionados para a AB-R e o IAB-R (Tabela 29), e dos coeficientes angulares (Tabela 30), que o efeito de NR sobre a AB-R e o IAB-R é altamente significativo e positivo. No entanto, o valor de $R^2(\%)$ para IAB-R, embora significativo, não é alto, ou seja, há efeito, mas sua influência não é alta.

Os valores estimados para AB-R e IAB-R em função dos modelos selecionados encontram-se na **Tabela 31**, juntamente com o IR.

Tabela 31. Valores estimados para área basal das remanescentes (AB-R) aos 41, 53 e 60 meses de idade e para o incremento de 41 a 60 meses (IAB-R) mediante os modelos, e o índice de relatividade (IR) em cada classe de número de árvores remanescentes por hectare (NR).

CLASSES	I D A D E (meses)							
	41		53		60		41-60	
	AB-R	IR (1)	AB-R	IR (2)	AB-R	IR (3)	IAB-R	IR (4)
NR	(m ² /ha)	(%)	(m ² /ha)	(%)	(m ² /ha)	(%)	(m ² /ha)	(%)
25	1,2	28,9	1,3	28,3	1,4	28,3	0,2	28,0
50	2,3	57,3	2,6	56,9	2,7	56,7	0,4	48,1
75	3,5	85,7	3,9	85,6	4,1	85,4	0,6	78,8
100	4,6	114,1	5,2	114,0	5,5	114,2	0,9	113,6
125	5,8	143,2	6,6	143,8	6,9	143,8	1,1	151,0
150	6,9	170,6	7,8	171,6	8,2	171,4	1,4	168,4

(*) IR calculado em relação à média da AB-R:
(1) 4,1; (2) 4,6; (3) 4,8; (4) 0,8 m²/ha.

Verifica-se na **Tabela 31** que com o aumento de NR ocorre aumento da AB-R e do IAB-R. Por não ter havido correlação entre o NR e o DAPq-R, a correlação positiva encontrada é atribuída ao NR presente nas subparcelas. Constata-se, ainda, que os valores de IR entre classes de mesma idade são proporcionais ao NR de cada classe.

Apresenta-se na **Figura 9**, o efeito do NR sobre

AB-R em função da idade. Observa-se o aumento proporcional da AB-R com NR.

Figura 9. Área basal das remanescentes (AB-R) das classes de número de árvores remanescentes por hectare (NR) em função da idade.

Verifica-se na **Figura 10** aumento do IAB-R em função de NR. Conforme observado na **Tabela 31**, o acréscimo do IAB-R de 25 para 150 NR no período de 19 meses foi de 1,26 m²/ha, ou de 168,4% quando comparado com a média.

Figura 10. Incremento da área basal das remanescentes de 41 a 60 meses de idade (IAB-R) em função do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

4.4.3. AB total (AB-T)

Na **Tabela 32** são apresentados, os resultados da AB-T média aos 41, 53 e 60 meses de idade e o incremento de 41 a 60 meses (IAB-T), os valores mínimo e máximo, o CV(%) e o NSP em cada classe de NR.

Tabela 32. Resultados em m²/ha da área basal total (AB-T) média aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IAB-T), valores mínimo (m) e máximo (M), coeficiente de variação (CV%) e o número de subparcelas de amostragem (NSP) em cada classe de número de árvores remanescentes por hectare (NR).

N R	N S P	I D A D E (meses)															
		41				53				60				41 a 60			
		m	AB-T	M	CV%	m	AB-T	M	CV%	m	AB-T	M	CV%	m	IAB-T	M	CV%
0	7	10,6	11,9	15,3	13,6	13,1	14,9	19,4	14,9	13,9	16,1	21,0	14,9	3,3	4,2	5,7	19,8
25	6	9,8	10,8	13,4	16,9	10,5	13,8	15,9	16,4	11,1	14,2	17,9	20,2	2,4	3,4	4,7	28,8
50	5	9,8	13,2	15,7	17,6	11,8	15,7	18,9	13,7	12,6	17,1	20,3	12,7	2,9	3,9	4,6	16,8
75	13	8,5	13,0	16,5	16,8	9,8	15,3	19,3	24,5	10,5	16,4	23,7	13,8	2,4	3,4	4,2	16,3
100	6	12,9	14,0	14,9	5,7	14,5	16,9	18,4	7,2	15,8	17,9	19,7	6,6	2,5	3,7	4,3	20,1
125	10	10,0	13,3	16,2	15,1	11,6	15,6	20,6	12,6	12,8	16,8	22,4	12,9	2,5	3,5	5,2	23,8
150	3	12,1	14,8	18,2	21,2	14,8	16,8	20,3	15,2	15,6	18,1	21,7	14,8	2,6	3,9	6,0	36,5

Constam da **Tabela 33** os valores de F, a significância e o R²(%) dos modelos de AB-T aos 41, 53 e 60 meses de idade e do IAB-T, ambos em função de NR.

Tabela 33. Valores de F, significância (sig) e o $R^2(\%)$ dos modelos para área basal total (AB-T) e para o incremento de 41 a 60 meses (IAB-T) em função do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

M O D E L O		I D A D E (meses)			
		AB-T			IAB-T
		41	53	60	41 a 60
1.	$y = a + b.(NR) + c.(NR)^2$	F 4,72 SIG * $R^2(\%)$ 16,71	2,65 ns 10,12	2,18 ns 8,49	1,71 ns 6,80
2.	$y = a + b.(NR)$	F 9,18 SIG ** $R^2(\%)$ 16,05	5,32 * 9,97	4,44 * 8,46	0,62 ns 1,27
3.	$\log y = a + b(NR)$	F 8,94 SIG ** $R^2(\%)$ 15,70	5,20 * 9,78	4,49 * 8,55	0,73 ns 1,30
4.	$\log y = a + b(\log(NR))$	F 8,55 SIG ** $R^2(\%)$ 15,12	4,44 * 8,46	3,67 ns 7,10	1,74 ns 3,49
5.	$y = a + b(\log(NR))$	F 8,83 SIG ** $R^2(\%)$ 15,53	4,58 * 8,72	3,68 ns 7,12	1,73 ns 3,47

ns - não significativo ao nível de 5 % de probabilidade

* - significativo ao nível de 5 % de probabilidade

** - significativo ao nível de 1 % de probabilidade

Onde:

y - variável dependente: AB-T ou IAB-T

Apesar de terem ocorrido modelos significativos a 5% e 1% de probabilidade, não foram selecionados devido aos baixos valores de $R^2(\%)$, fato que poderia não representar a realidade. Dessa forma, a análise da AB-T será efetuada mediante a soma dos valores estimados da AB-T (Tabela 27) e da AB-R (Tabela 31) e o incremento calculado mediante os valores obtidos pela soma, conforme apresentado na Tabela 34.

Tabela 34. Valores estimados da área basal total (AB-T) aos 41, 53 e 60 meses de idade, incremento de 41 a 60 meses (IAB-T), e o índice de relatividade (IR) em cada classe de número de árvores remanescentes por hectare (NR).

CLASSES		(meses)							
		41		53		60		41-60	
DE		AB-T	IR (*)	AB-T	IR (*)	AB-T	IR (*)	IAB-T	IR (*)
NR		(m ² /ha)	(%)	(m ² /ha)	(%)	(m ² /ha)	(%)	(m ² /ha)	(%)
0		15,7	100,0	19,9	100,0	21,7	100,0	6,0	100,0
25		12,0	76,3	14,5	72,8	13,8	72,6	3,0	62,9
50		12,1	76,9	14,4	72,1	13,5	71,6	3,5	57,8
75		12,6	80,4	14,9	74,3	16,0	73,7	3,4	56,3
100		13,3	84,9	15,6	78,0	16,7	77,1	3,4	56,6
125		14,1	90,3	16,4	82,4	17,6	81,2	3,5	57,6
150		15,0	95,6	17,3	86,9	18,6	85,8	3,6	59,1

(*) IR calculado para NR = 0.

Verifica-se na **Tabela 34** que a classe com 0 NR apresentou os maiores valores de AB-T. Portanto, a presença de árvores remanescentes reduz a AB-T do povoamento. Esta redução acentua-se com a idade, provavelmente devido a competição interna.

Na **Tabela 35** são apresentadas as porcentagens de AB-B e de AB-R em relação a AB-T.

Tabela 35. Relação percentual das áreas basais da brotação (ABBP) e das remanescentes (ABRP) em relação a área basal total aos 41, 53 e 60 meses de idade e dos incrementos (IABBP e IABRP) de 41 a 60 meses nas diferentes classes de número de árvores remanescentes por hectare (NR).

CLASSES		I D A O E (meses)							
DE		41		53		60		41 a 60	
NR		ABBP (%)	ABRP (%)	ABBP (%)	ABRP (%)	ABBP (%)	ABRP (%)	IABBP (%)	IABRP (%)
0		100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
25		90,0	10,0	91,0	9,0	91,1	8,9	94,7	5,3
50		80,0	19,2	81,9	18,1	82,6	17,4	88,6	11,4
75		72,2	27,8	73,6	26,4	74,4	25,6	82,4	17,6
100		65,4	34,6	66,8	33,2	67,1	32,9	73,5	26,5
125		58,9	41,1	60,0	40,0	60,8	39,2	64,6	31,4
150		54,0	46,0	54,9	45,1	55,7	44,3	61,1	38,9

Verifica-se na **Tabela 35** redução das porcentagens relativas da ABBP em relação a ABRP aumento de NR, sendo que com a presença de 150 NR apenas 54% da AB-T é produzida pela brotação. Observa-se, ainda, que com o aumento da idade há maior participação de AB-R sobre a AB-T, devido ao maior incremento da AB-B (IABBP). Este fato salienta o efeito da competição interna nas subparcelas, pois naquelas onde havia menor quantidade de árvores remanescentes, houve maior incremento percentual da área basal, e a intolerância do *E. saligna* à competição com um estrato superior, concordando com HILLIS & BROWN (1978).

4.5. VOLUME COMERCIAL DE MADEIRA (V)

Neste item são apresentados os resultados e a discussão do efeito do NR sobre o V da brotação (V-B), o V total das árvores remanescentes (V-R), o V para serraria das árvores remanescentes (V-RS), o V para processamento das árvores remanescentes (V-RP), o V total para processamento (V-TP) e o V total (V-T).

4.5.1. V da brotação (V-B)

Na **Tabela 36** são apresentados os resultados do V-B médio aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IV-B), os valores mínimo e máximo, o CV(%) e o NSP em cada classe de NR.

Na **Tabela 37** são apresentados os valores de F, a significância e o R^2 (%) dos modelos de V-B aos 41, 53 e 60 meses de idade e do IV-B, em função de NR.

Tabela 36. Resultados em m³/ha do volume da brotação médio (V-B) aos 41, 53 e 60 meses de idade, do incremento de 41 a 60 meses (IV-B), valores mínimo (m) e máximo (M), coeficiente de variação (CV%) e o número de subparcelas de amostragem (NSP) em cada classe de número de árvores remanescentes por hectare (NR).

N R	S P	I D A D E (meses)											
		41			53			60			41 a 60		
		m	V-B	M	CV%	m	V-B	M	CV%	m	V-B	M	CV%
0	7	87,7	101,8	137,8	16,8	114,9	139,2	168,4	16,8	124,5	168,7	233,4	19,4
25	6	55,8	67,2	87,3	18,8	71,4	87,2	113,4	19,2	77,4	105,6	137,8	23,8
50	5	61,1	78,1	97,4	19,1	88,8	105,9	131,2	19,7	92,7	123,7	148,9	19,4
75	13	39,8	68,7	86,9	21,8	52,3	86,6	106,1	18,1	58,8	99,8	121,3	17,7
100	6	68,9	68,5	75,8	8,1	76,6	89,3	97,9	9,6	92,5	101,5	118,6	7,5
125	10	43,2	58,1	70,5	14,7	54,7	73,3	87,4	15,5	69,7	84,7	102,4	13,7
150	3	46,8	62,8	83,6	38,9	62,5	77,7	96,8	18,6	76,6	90,5	112,8	17,7
											24,4	29,2	34,8

Tabela 37. Valores de F, significância (sig) e o R²(%) dos modelos para volume da brotação (V-B) aos 41, 53 e 60 meses de idade e para incremento de 41 a 60 meses (IV-B) em função do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

M O D E L O		I D A D E (meses)			
		V-B			IV-B
		41	53	60	41 a 60
1.	$y = a + b.(NR) + c.(NR)^2$	F 13,90 SIG ** R ² (%) 37,16	20,53 ** 46,63	21,01 ** 47,21	25,89 ** 52,42
2.	$y = a + b.(NR)$	F 23,67 SIG ** R ² (%) 33,82	31,65 ** 39,73	32,18 ** 40,13	36,47 ** 43,18
3.	$\log y = a + b(NR)$	F 22,06 SIG ** R ² (%) 31,49	30,42 ** 38,79	31,50 ** 39,62	37,63 ** 43,94
4.	$\log y = a + b(\log(NR))$	F 28,01 SIG ** R ² (%) 36,85	41,19 ** 46,18	42,43 ** 49,92	50,76 ** 51,39
5.	$y = a + b(\log(NR))$	F 33,05 SIG ** R ² (%) 40,78	47,93 ** 49,96	48,04 ** 50,02	54,87 ** 53,34

** - significativo ao nível de 1 % de probabilidade

Onde:

y - variável dependente: V-B ou IV-B

Verifica-se na **Tabela 37** que os modelos em estudo foram significativos ao nível de 1%. Portanto, selecionou-se o modelo 5 para V-B em todas as idades e IV-B por apresentarem valores de F e de $R^2(\%)$ superiores aos demais modelos.

Pelos valores de $R^2(\%)$ do modelo selecionado para o V-B (**Tabela 37**), verifica-se que 40,8%; 50,0% e 50,0% da variação total das idades de 41, 53 e 60 meses de idade são explicados pela equação de regressão com NR e 53,3% para o IV-B. Pode-se observar que de 41 a 53 meses de idade houve aumento de 9,2% no valor de $R^2(\%)$, mantendo-se constante de 53 para 60 meses de idade. Este aumento é coincidente ao verificado para o DAPq-B e para a AB-B, quando provavelmente, houve incremento na competição interna devido a presença das árvores remanescentes.

Na **Tabela 38** são apresentados os modelos matemáticos selecionados para relacionar o efeito de NR sobre V-B e sobre IV-B.

Tabela 38. Modelos matemáticos selecionados para relacionar o efeito do número de árvores remanescentes por hectare (NR) sobre o volume da brotação (V-B) aos 41, 53 e 60 meses de idade e sobre o incremento de 41 a 60 meses (IV-B), ambos em m^3/ha .

IDADE (meses)	M O D E L O S (1)
41	V-B = $135,3380 - 35,82499 \cdot (\log(NR))$
53	V-B = $191,9330 - 44,36890 \cdot (\log(NR))$
60	V-B = $224,5538 - 65,42243 \cdot (\log(NR))$
41 a 60	IV-B = $90,0078 - 30,12006 \cdot (\log(NR))$

(1) - Domínio R; $0 < NR \leq 150$

Pelos valores dos coeficientes angulares de V-B aos 41, 53 e 60 meses de idade (**Tabela 38**), verifica-se que existe a tendência desses valores aumentarem com a idade; como o sinal da equação é negativo, deverá ocorrer menor desenvolvimento do V-B em idades superiores a 60 meses e, quanto maior o NR, menor será esse desenvolvimento. Por outro lado, constata-se na mesma tabela, que a tendência do V-B mantido sob corte raso ($NR = 0$) é elevar-se com a idade, devido ao aumento do valor do coeficiente a , que corresponde ao intercepto.

Constata-se mediante os valores de F dos modelos selecionados para V-B e para IV-B (**Tabela 37**) e dos coeficientes angulares (**Tabela 38**) que o efeito de NR sobre o V-B e sobre o IV-B é altamente significativo e negativo. No entanto, o valor de $R^2(\%)$, embora significativo, não é alto, ou seja, há efeito, mas sua influência não é alta.

Constam da **Tabela 39** os valores estimados para o V-B aos 41, 53 e 60 meses de idade e para o IV-B através dos modelos e o IR.

Tabela 39. Valores estimados do volume da brotação (V-B) aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IV-B) median^{te}s modelos, e o índice de relatividade (IR) em cada classe de número de árvores remanescentes (NR).

CLASSES		(meses)							
		41		53		60		41-60	
DE		V-B	IR (*)	V-B	IR (*)	V-B	IR (*)	IV-B	IR (*)
NR		(m ³ /ha)	(%)	(m ³ /ha)	(%)	(m ³ /ha)	(%)	(m ³ /ha)	(%)
0 (1)		135,3	100,0	191,9	100,0	224,6	100,0	90,0	100,0
25		85,3	63,9	114,5	59,7	133,1	59,3	47,9	53,0
50		74,5	55,0	98,0	51,0	113,4	50,5	38,8	43,1
75		68,5	50,4	88,1	45,9	101,9	45,4	33,5	37,3
100		63,7	47,1	81,2	42,3	93,7	41,7	29,8	33,1
125		60,1	44,4	75,8	39,5	87,2	38,8	26,6	29,7
150		57,4	42,5	71,5	37,2	82,2	36,6	24,5	27,2

(*) IR calculado para NR = 0 em cada idade.

(1) Considerado NR=1 devido à restrição dos modelos

Verifica-se na **Tabela 39**, que com o aumento de NR ocorre redução do V-B. Considerando-se os valores obtidos para a classe com 0 NR (corte raso) aos 60 meses de idade, observa-se redução de 91,5 m³/ha (40,70%) para 25 NR e de 142,26 m³/ha (63,4%) para 150 NR.

Na **Tabela 39**, verifica-se que houve redução acentuada do IV-B com a presença de NR. A redução em 19 meses do incremento entre as classes 0 e 25 NR foi de 42,11 m³/ha e de 0 para 150 NR de 65,55 m³/ha, ou seja, 46,8% e 72,8%, respectivamente.

As curvas de V-B por classe de NR em função da idade são apresentadas na **Figura 11**.

Figura 11. Volume de madeira da brotação (V-B) nas classes de número de árvores remanescentes por hectare (NR) em função da idade.

Observa-se na **Figura 11**, a maior produtividade de V-B na classe com 0 NR em relação às demais classes, ou seja, existe o efeito negativo do NR sobre o IV-B, com o aumento do NR, ocorre conseqüente redução no IV-B.

A **Figura 12** apresenta a curva do modelo do IV-B em função do NR. Observa-se redução do IV-B com o aumento do NR, o que caracteriza o efeito negativo de NR sobre IV-B. No entanto, há redução do efeito com aumento do NR.

Figura 12. Incremento do volume de madeira entre 41 a 60 meses de idade (IV-B) em função do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

Verificou-se, em estudos desenvolvidos na DFSA para analisar o efeito de árvores remanescentes no desenvolvimento da segunda rotação de *E. saligna* com idades variando de 24 a 60 meses após o corte, redução na produção do volume da brotação de 43,5%, em média, com a presença de árvores remanescentes (110 NR em média) (DFSA, 1985a,b,c; 1986).

De modo semelhante, ANDRADE (1928), analisando o efeito do desbaste realizado aos 5 anos de idade e corte fi

nal aos 7 anos, em várias espécies de *Eucalyptus*, destaca que os talhões de *E. robusta*, *E. tereticornis*, *E. saligna*, *E. resinífera*, *E. viminalis* e *E. alba* apresentaram resposta diferenciadas: somente nas duas últimas espécies houve aumento da produção volumétrica de 35,0% e de 15,4%, respectivamente, aos 7 anos; nas demais espécies houve redução do volume total produzido, sendo de 7,5% para o *E. saligna*.

FERREIRA et alii (1986) analisando o desenvolvimento da brotação de *E. grandis* sob árvores remanescentes verificaram redução do V-B com aumento de NR, concordando com os resultados deste estudo.

O efeito de NR sobre o V-B é consequência da redução do DAPq-B, pois não se constatou correlação de NR com HM-B. Portanto, a redução no volume da brotação é devido à competição, que é observada com apenas 25 NR por hectare.

Os resultados apresentados revelam a intolerância do *E. saligna* em se desenvolver com a presença de um estrato superior, concordando com HILLIS & BROWN (1978). Portanto, considerando-se que o objetivo principal do reflorestamento é a produção de madeira para processamento, não devem ser deixadas árvores remanescentes no povoamento sob pena de redução de mais de 50% no volume comercial obtido para processamento.

HILLIS & BROWN (1978), citam que existem espécies tolerantes à competição como por exemplo, *E. viminalis*,

E. pellita e *E. maculata* que poderiam se desenvolver satisfatoriamente na presença de um estrato superior, concordando com os resultados obtidos por ANDRADE (1928). Portanto, apesar dos resultados obtidos, o sistema de árvores remanescentes, ou sistema conjugado, deve ser estudado considerando-se espécies tolerantes.

4.5.2. V das árvores remanescentes (V-B)

4.5.2.1. V-R total (V-R)

Na Tabela 40 são apresentados os resultados do V-R médio aos 41, 53 e 60 meses de idade do incremento de 41 a 60 meses (IV-R), os valores mínimo e máximo, o CV(%) e o NSP em cada classe de NR.

Tabela 40. Resultados em m³/ha do volume de madeira das remanescentes (V-R) médio aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IV-R), valores mínimo (m) e máximo (M), coeficiente de variação (CV%) e o número de subparcelas de amostragem (NSP) em cada classe de número de árvores remanescentes por hectare (NR).

N	R	N	S	I D A D E (meses)															
				41				53				60				41 a 60			
				n	V-R	M	CV%	n	V-R	M	CV%	n	V-R	M	CV%	n	IV-R	M	CV%
25	6	11,5	14,4	16,0	12,0	12,1	15,2	17,6	14,1	11,9	16,2	19,3	16,1	0,4	1,8	3,3	71,5		
50	5	21,9	33,7	40,4	22,6	23,6	39,9	48,8	26,0	23,8	43,7	57,9	30,3	1,9	10,0	16,6	61,0		
75	13	31,6	46,8	64,0	23,8	32,0	52,9	77,9	28,6	33,2	57,3	84,9	30,3	1,5	11,0	23,6	62,9		
100	6	43,6	56,7	68,7	12,8	53,1	67,2	76,5	13,3	55,4	72,3	83,3	14,3	4,4	14,1	18,4	39,6		
125	10	51,9	67,6	85,2	16,0	52,6	75,3	104,1	22,3	54,6	81,3	119,1	24,2	2,6	15,1	33,9	57,1		
150	3	75,0	86,6	93,9	11,0	79,6	93,0	104,4	12,7	86,5	102,4	122,6	16,0	10,7	19,3	28,7	51,0		

Constam da **Tabela 41** os valores de F, a significância e o $R^2(\%)$ dos modelos de V-R aos 41, 53 e 60 meses de idade e do IV-R, ambos em função de NR.

Tabela 41. Valores de F, significância (sig) e o $R^2(\%)$ dos modelos de volume de madeira das remanescentes (V-R) aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IV-R) em função do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

M O D E L O		I D A D E (meses)			
		V-R			IV-R
		41	53	60	41 a 60
1.	$y = a + b.(NR) + c.(NR)^2$	F 91,80 SIG ** $R^2(\%)$ 82,11	65,68 ** 76,66	52,70 ** 72,49	18,21 ** 33,90
2.	$y = a + b.(NR)$	F 180,58 SIG ** $R^2(\%)$ 81,50	124,60 ** 75,24	98,60 ** 70,63	19,92 ** 32,70
3.	$\log y = a + b(NR)$	F 135,83 SIG ** $R^2(\%)$ 76,81	102,65 ** 71,46	88,94 ** 68,44	25,27 ** 38,13
4.	$\log y = a + b(\log(NR))$	F 277,24 SIG ** $R^2(\%)$ 87,12	196,16 ** 82,86	164,11 ** 80,01	35,55 ** 46,44
5.	$y = a + b(\log(NR))$	F 176,16 SIG ** $R^2(\%)$ 81,29	134,49 ** 76,64	109,34 ** 72,73	21,61 ** 34,51
** - significativo ao nível de 1 % de probabilidade					
Onde: y - variável dependente: V-R ou IV-R					

Verifica-se na **Tabela 41** que os modelos em estudo foram significativos ao nível de 1%. Portanto, selecionou-se o modelo 4 para V-R em todas as idades e para IV-R por apresentarem valores de F e de $R^2(\%)$ superiores aos demais modelos.

Pelos valores de $R^2(\%)$ do modelo selecionado para o V-R (**Tabela 41**), verifica-se que 87,1%; 82,9% e 80,0% da variação total nas idades de 41, 53 e 60 meses, são explicados pela equação de regressão com NR e 46,4% para IV-R. Essas percentagens são semelhantes às obtidas para a AB-R. Portanto, constata-se alta correlação entre área basal e volume, fato que é confirmado pela não significância de NR com H-R.

Na **Tabela 42** são apresentados os modelos matemáticos selecionados para V-R e IV-R.

Tabela 42. Modelos matemáticos selecionados para relacionar o efeito do número de árvores remanescentes por hectare (NR) sobre o volume de madeira das remanescentes (V-R) aos 41, 53 e 60 meses de idade e sobre o incremento de 41 a 60 meses (IV-R).

IDADE (meses)	M O D E L O S	(1)
41	$\text{Log(V-R)} = - 0,2625 + 1,01225.(\text{log(NR)})$	
53	$\text{Log(V-R)} = - 0,2376 + 1,02390.(\text{log(NR)})$	
60	$\text{Log(V-R)} = - 0,2204 + 1,03182.(\text{log(NR)})$	
41 a 60	$\text{Log(IV-R)} = - 1,7192 + 1,38969.(\text{log(NR)})$	
(1) - Domínio R; $1 \leq \text{NR} \leq 150$.		

Pelos valores dos coeficientes angulares do V-R aos 41, 53 e 60 meses de idade (**Tabela 39**), verifica-se que existe uma tendência da produção de V-R aumentar com a idade.

Constata-se pelos valores de F dos modelos se-

leccionados para V-R e para IV-R (**Tabela 39**), e dos coeficientes angulares (**Tabela 42**) que o efeito de **NR** sobre o V-R e sobre o IV-R é altamente significativo e positivo. No entanto, o valor de $R^2(\%)$ obtido para IV-R, apesar de significativo, não é alto, ou seja, existe efeito de **NR** sobre este parâmetro, mas não é alto.

Na **Tabela 43** são apresentados os valores estimados para o V-R aos 41, 53 e 60 meses de idade e para o IV-R pelos modelos selecionados e o IR.

Tabela 43. Valores estimados para volume de madeira das remanescentes (V-R) para 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IV-R) mediante os modelos e o índice de relatividade (IR) em cada classe do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

CLASSES	(meses)							
	I		O		A		D	
	41		53		60		41-60	
DE	V-R	IR (1)	V-R	IR (2)	V-R	IR (3)	IV-R	IR (4)
NR	(m ³ /ha)	(%)	(m ³ /ha)	(%)	(m ³ /ha)	(%)	(m ³ /ha)	(%)
25	14,2	28,0	15,6	27,6	16,7	27,3	1,3	11,2
50	28,7	56,6	31,8	56,1	34,1	55,8	7,7	57,3
75	43,2	85,3	48,1	85,8	51,8	84,8	11,3	100,1
100	57,8	114,1	64,6	114,1	69,7	114,1	14,2	123,3
125	72,9	143,9	81,7	144,3	88,3	144,6	16,3	142,0
150	87,2	172,8	97,8	172,8	105,9	173,4	17,9	155,2

(*) IR calculado em relação à média nas respectivas idades:

(1) 50,66, (2) 56,61, (3) 61,08 e (4) 11,47 m³/ha.

Verifica-se na **Tabela 43**, que ocorre aumento no volume com maior quantidade de NR. Como o DAPq-R e HM-R não foram influenciados pelo NR, a relação obtida é função direta do número de árvores remanescentes. Comparando-se os valores de superioridade do V-R (**Tabela 43**) com os da AB-R (**Tabela 31**), observa-se que são semelhantes, fato que comprova o exposto.

FERREIRA et alii (1986) verificaram aumento da produção volumétrica com maior NR, concordando com os resultados obtidos.

Nas curvas obtidas de V-R para classes de NR em função da idade (**Figura 13**), observa-se que o volume é crescente entre idades e que a distância entre as curvas é relativamente constante. Portanto, até 60 meses de idade e com a presença de 150 NR, pode-se afirmar que o aumento de V-R é proporcional ao NR.

A **Figura 14** apresenta a curva característica do modelo IV-R em função do NR.

Figura 13. Volume de madeira das remanescentes (V-R) nas classes do número de árvores remanescentes por hectare (NR) em função da idade.

Figura 14. Incremento do volume das árvores remanescentes entre 41 a 60 meses de idade em função do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

Observa-se efeito positivo do NR sobre o IV-R, isto é, com o aumento do NR ocorre conseqüente aumento no IV-R. No entanto, constata-se incrementos decrescentes com o aumento de NR, fato este que pode representar competição entre as árvores remanescentes. Como o gráfico do IAB-R é praticamente linear, suspeita-se que IHM-R seja similar ao de IV-R, fato que não se pode comprovar neste estudo, pois os modelos de regressão não satisfizeram H_0 . Por outro lado, a **Figura 4** do IHD-R pode fornecer uma tendência do IHM-R.

4.5.2.2. V-R para serraria (V-RS)

Na **Tabela 44** são apresentados os resultados do V-RS média aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IV-RS), os valores mínimo e máximo, o CV(%) e o NSP em cada classe de NR.

Tabela 44. Resultados médios (m^3/ha) do volume para serraria das remanescentes (V-RS) aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IV-RS), valores mínimo (m) e máximo (M), coeficiente de variação (CV%) e o número de subparcelas de amostragem (NSP) em cada classe do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

N R	N S P	I D A D E (meses)															
		41				53				60				41 a 60			
		m	V-RP	M	CV%	m	V-RP	M	CV%	m	V-RP	M	CV%	m	IV-RP	M	CV%
25	6	0,3	1,6	2,7	58,2	0,8	1,9	3,0	46,9	0,6	2,2	3,7	49,3	0,3	0,6	1,0	53,2
50	5	3,0	4,3	6,4	32,0	3,4	4,7	5,3	18,4	3,5	4,7	5,5	18,2	1,5	0,4	2,1	407,6
75	13	2,7	6,0	10,0	41,7	3,0	5,8	8,8	31,4	3,3	6,4	9,4	30,1	2,1	0,4	4,2	438,7
100	6	3,9	7,4	9,4	27,0	5,9	8,0	9,0	16,0	6,7	8,7	10,7	16,1	0,8	0,6	2,0	180,4
125	10	5,1	8,2	11,7	25,1	5,2	8,6	10,7	22,3	6,7	9,9	13,9	22,5	1,2	2,2	6,5	128,5
150	3	11,9	14,4	16,2	15,4	10,5	13,9	17,6	22,3	11,9	15,1	18,1	17,9	1,9	2,5	3,9	40,5

Constam da **Tabela 45** os valores de F, a significância e o R^2 (%) dos modelos de V-RS aos 41, 53 e 60 meses de idade e do IV-RS, ambos em função de NR.

Tabela 45. Valores de F, significância (sig) e o $R^2(\%)$ dos modelos para o volume para serraria das remanescentes (V-RS) aos 41, 53 e 60 meses de idade e para o incremento de 41 a 60 meses (IV-RS) em função do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

M O D E L O		I D A D E (meses)			
		V-RS			IV-RS
		41	53	60	41 a 60
1.	$y = a + b.(NR) + c.(NR)^2$	F 93,80 SIG ** $R^2(\%)$ 82,42	57,60 ** 74,22	41,94 ** 67,71	6,48 ** 24,47
2.	$y = a + b.(NR)$	F 179,90 SIG ** $R^2(\%)$ 81,44	105,11 ** 71,94	76,08 ** 64,98	11,71 ** 22,21
3.	$\log y = a + b(NR)$	F 135,99 SIG ** $R^2(\%)$ 76,83	92,92 ** 69,38	76,46 ** 65,09	16,36 ** 28,53
4.	$\log y = a + b(\log(NR))$	F 282,24 SIG ** $R^2(\%)$ 87,32	178,28 ** 81,30	138,00 ** 77,09	24,09 ** 37,01
5.	$y = a + b(\log(NR))$	F 185,31 SIG ** $R^2(\%)$ 81,88	120,18 ** 74,56	88,21 ** 68,27	13,82 ** 25,20

** - significativo ao nível de 1 % de probabilidade

Onde:

y - variável dependente: V-RS ou IV-RS

Verifica-se na **Tabela 45**, que os modelos em estudo foram significativos ao nível de 1%. Portanto, selecionou-se o modelo 4 para V-RS em todas as idades e para IV-RS por apresentarem valores de F e de $R^2(\%)$ superiores aos demais modelos.

Pelos valores de $R^2(\%)$ do modelo selecionado para o V-RS (**Tabela 45**), verifica-se que 87,3%; 81,3% e 77,1%

da variação total nas idades de 41, 53 e 60 meses são explicados pela equação de regressão com NR, e 37,0% para o IV-RS. Essas percentagens são semelhantes às obtidas para a AB-R e para o V-R. Portanto, existe alta correlação entre área basal e o volume das árvores remanescentes com o volume dessas árvores para serraria.

Na **Tabela 46** são apresentados os modelos matemáticos selecionados para relacionar o efeito de NR sobre o V-RS aos 41, 53 e 60 meses de idade, e sobre o IV-RS.

Tabela 46. Modelos matemáticos selecionados para relacionar o efeito do número de árvores remanescentes por hectare (NR) sobre o volume para serraria das remanescentes (V-RS) aos 41, 53 e 60 meses de idade e sobre o incremento de 41 a 60 meses (IV-RS), ambos em m³/ha).

IDADE (meses)	M O D E L O S	(1)
41	$\text{Log(V-RS)} = - 0,2970 + 0,99924.(\text{log(NR)})$	
53	$\text{Log(V-RS)} = - 0,2889 + 1,02150.(\text{log(NR)})$	
60	$\text{Log(V-RS)} = - 0,2270 + 1,03069.(\text{log(NR)})$	
41 a 60	$\text{Log(IV-RS)} = - 2,4948 + 1,72743.(\text{log(NR)})$	
(1) - Domínio R; $1 \leq \text{NR} \leq 150$.		

Pelos valores dos coeficientes angulares do V-RS aos 41, 53 e 60 meses de idade (**Tabela 46**), verifica-se que existe uma tendência da produção de V-RS elevar com a idade.

Constata-se pelos valores de F dos modelos selecionados para o V-RS e para o IV-RS (Tabela 45), e dos coeficientes angulares (Tabela 46) que o efeito de NR sobre o V-RS e sobre o IV-RS é altamente significativo e positivo. No entanto, o valor de $R^2(\%)$ obtido para IV-RS, apesar de significativo, não é alto, ou seja, existe efeito de NR sobre este parâmetro, mas não é alto.

Na Tabela 47 são apresentados os valores estimados para V-RS aos 41, 53 e 60 meses de idade e para IV-RS, obtidos através dos modelos selecionados (Tabela 46) e o IR.

Tabela 47. Valores estimados do volume para serraria das remanescentes (V-RS) aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IV-RS) mediante os modelos e índice de relatividade (IR) em cada classe do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

CLASSES		I O A D E (meses)							
		41		53		60		41-60	
DE		V-RS	IR (*)	V-RS	IR (*)	V-RS	IR (*)	IV-RS	IR (*)
NR		(m ³ /ha)	(%)	(m ³ /ha)	(%)	(m ³ /ha)	(%)	(m ³ /ha)	(%)
25		12,6	28,6	13,8	27,7	14,6	27,3	0,8	9,9
50		25,2	37,1	28,0	36,2	29,8	35,9	2,8	33,0
75		37,7	85,6	42,3	85,0	45,3	84,8	3,6	66,3
100		50,3	114,1	56,8	114,1	60,9	114,1	9,1	109,0
125		63,3	143,5	71,0	144,3	77,1	144,6	13,6	162,1
150		75,4	171,1	85,1	172,7	92,5	173,7	18,4	219,7

(*) IR calculado em relação à média:

(1) 44,1, (2) 46,4, (3) 53,3 e (4) 8,4 m³/ha.

Observa-se na Tabela 47, que com o aumento de NR ocorre conseqüente aumento do V-RS e do IV-RS. De modo ge

ral, os efeitos verificados para V-R são semelhantes aos de V-RS.

Pelos resultados obtidos, constata-se que com 150 NR e aos 60 meses, a competição entre essas árvores não é acentuada, devido aos valores de IV-RS, e, portanto, para a produção de madeira para serraria, seria conveniente conduzir o povoamento com ciclo maior, permitindo assim, obter toras de maior diâmetro, ou deixar maior NR.

Na **Tabela 48** é apresentada a relação entre V-RS e V-R para determinar a percentagem de volume das árvores remanescentes que é destinado para serraria, ou seja, com diâmetro da tora superior a 15,0 cm.

Tabela 48. Relação percentual entre o volume para serraria das remanescentes (V-RS) e o volume das remanescentes (V-R).

CLASSES		V-RS / V-R (%)			
DE		I	D	A	D E (meses)
NR		41	53	63	MEDIA
25		86,60	88,22	87,46	87,43
50		87,79	88,04	87,42	87,75
75		87,32	87,95	87,36	87,54
100		86,99	87,88	87,33	87,40
125		86,74	87,85	87,38	87,38
150		86,54	87,81	87,29	87,21
MEDIA		87,33	87,81	87,36	87,50

Observa-se que com o aumento de NR ocorre conseqüente redução dessa percentagem. No entanto, esta variação é de 2,1%; 0,4% e 0,9% de 25 para 150 NR, aos 41, 53 e 60 meses de idade, respectivamente, podendo ser desprezada. Portanto, o volume aproveitável para serraria, ou seja, com diâmetro superior a 15 cm, é de 87,5% do volume comercial total produzido pelas árvores remanescentes.

4.5.2.3. V-R para processamento (V-RP)

Na Tabela 49 são apresentados os resultados do V-RP média aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IV-RP), os valores mínimo e máximo, o CV(%) e o NSP em cada classe de NR.

Tabela 49. Resultados médios (m^3/ha) do volume para processamento das remanescentes (V-RP) aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IV-RP), valores mínimo (m) e máximo (M), coeficiente de variação (CV%) e o número de subparcelas de amostragem (NSP) em cada classe do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

N R	S P	I D A D E (meses)															
		41				53				60				41 a 60			
		m	V-RS	M	CV%	m	V-RS	M	CV%	m	V-RS	M	CV%	m	IV-RS	M	CV%
25	6	11,9	12,8	15,2	12,4	11,3	13,4	16,4	15,7	11,3	13,9	17,1	16,8	8,1	1,2	2,7	97,0
50	5	17,8	29,4	34,4	23,8	18,2	35,3	43,8	29,4	18,3	39,8	53,7	34,7	8,4	9,6	19,3	74,7
75	13	28,6	48,8	56,1	23,7	28,7	47,1	78,8	29,8	29,8	51,4	77,8	33,8	8,4	10,6	23,7	78,7
100	6	44,6	49,3	61,3	13,2	47,3	59,2	68,6	13,6	46,7	63,7	74,4	14,9	4,1	13,5	17,7	48,9
125	10	48,6	59,4	76,2	15,7	47,1	66,8	94,7	23,6	47,4	71,4	109,1	27,8	8,8	13,8	32,9	75,3
150	3	67,8	72,5	77,7	10,2	67,2	79,1	89,3	12,2	72,6	85,3	104,5	16,1	8,7	17,4	26,8	55,4

Constam da **Tabela 50** os valores de F, a significância e o $R^2(\%)$ dos modelos de V-RP aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento entre 41 a 60 meses (IV-RP), ambos em função de NR.

Tabela 50. Valores de F, significância (sig) eo $R^2(\%)$ dos modelos para o volume para processo das remanescentes (V-RP) aos 41, 53 e 60 meses de idade e para o incremento de 41 a 60 meses (IV-RP) em função do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

M O D E L O		I D A D E (meses)			
		V-RP			IV-RP
		41	53	60	41 a 60
1.	$y = a + b.(NR) + c.(NR)^2$	F 33,75 SIG ** $R^2(\%)$ 62,79	64,59 ** 76,36	81,48 ** 88,29	5,68 ** 19,46
2.	$y = a + b.(NR)$	F 68,75 SIG ** $R^2(\%)$ 62,63	125,22 ** 75,33	160,95 ** 79,70	5,63 ** 10,54
3.	$\log y = a + b(NR)$	F 55,72 SIG ** $R^2(\%)$ 57,61	93,55 ** 69,53	99,19 ** 70,75	0,02 * 18,22
4.	$\log y = a + b(\log(NR))$	F 77,69 SIG ** $R^2(\%)$ 65,46	128,05 ** 75,75	132,42 ** 76,36	4,62 * 11,37
5.	$y = a + b(\log(NR))$	F 60,38 SIG ** $R^2(\%)$ 59,56	89,90 ** 68,65	109,29 ** 72,72	2,31 ns 4,59

ns - não significativo ao nível de 5 % de probabilidade

* - significativo ao nível de 5 % de probabilidade

** - significativo ao nível de 1 % de probabilidade

Onde:

y - variável dependente: V-RP ou IV-RP

Verifica-se na **Tabela 50**, que os modelos em estudo foram significativos aos níveis de 5% e 1%. Portanto, selecionou-se o modelo 4 para V-RP aos 41, 53 e 60 meses e o 3

para IV-RP por apresentarem valores de F e de $R^2(\%)$ superiores aos demais modelos. O modelo 4 foi eleito para V-RP em função dos selecionados aos 41 e 53 meses.

Pelos valores de $R^2(\%)$ dos modelos selecionados para o V-RP (Tabela 50), verifica-se que 65,5%; 75,8 e 76,4% da variação total nas idades de 41, 53 e 60 meses são explicados pela equação de regressão com NR e 18,2% para IV-RP.

Na Tabela 51 são apresentados os modelos matemáticos selecionados para relacionar o efeito de NR com V-RP e IV-RP.

Tabela 51. Modelos matemáticos selecionados para relacionar o efeito do número de árvores remanescentes por hectare (NR) sobre o volume para processo das remanescentes (V-RP) aos 41, 53 e 60 meses de idade e sobre o incremento de 41 a 60 meses (IV-RP) ambos em m^3/ha .

IDADE (meses)	M O D E L O S	(1)
41	$\text{Log(V-RP)} = - 0,5455 + 1,20385.(\text{log(NR)})$	
53	$\text{Log(V-RP)} = - 1,3150 + 1,09804.(\text{log(NR)})$	
60	$\text{Log(V-RP)} = - 1,2991 + 1,11410.(\text{log(NR)})$	
41 a 60	$\text{Log(IV-RP)} = - 2,2314 + 0,00390.(NR)$	
(1) - Domínio R: $1 \leq NR \leq 150$ para V-RP Domínio R: $0 \leq NR \leq 150$ para IV-RP		

Constata-se pelos valores de F dos modelos selecionados para o V-RP e para o IV-RP (**Tabela 50**), e dos coeficientes angulares (**Tabela 51**) que o efeito de NR sobre o V-RP e o IV-RP é significativo e positivo. No entanto, o valor de $R^2(\%)$ obtido para IV-RP, apesar de significativo, não é alto, ou seja, existe efeito de NR sobre este parâmetro, mas não é alto.

Na **Tabela 52** são apresentados os valores estimados do V-RP aos 41, 53 e 60 meses de idade e o IV-RP, obtidos em função dos modelos selecionados (**Tabela 51**), e o IR.

Tabela 52. Valores estimados do volume para processo das remanescentes (V-RP) aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IV-RP) mediante os modelos e o índice de relatividade (IR) em cada classe do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

CLASSES	(meses)							
	41		53		60		41-60	
	V-RP	IR (1)	V-RP	IR (2)	V-RP	IR (3)	IV-RP	IR (4)
NR	(m ³ /ha)	(%)	(m ³ /ha)	(%)	(m ³ /ha)	(%)	(m ³ /ha)	(%)
25	1,4	21,4	1,7	24,9	1,8	24,3	2,8	26,4
50	3,2	49,3	3,3	33,2	3,9	52,7	4,3	40,6
75	5,1	80,4	5,6	60,2	6,2	82,8	6,6	62,5
100	7,3	113,7	7,6	114,0	8,5	114,0	10,1	96,1
125	9,6	149,9	9,7	146,7	11,4	147,1	13,5	147,6
150	11,6	185,2	11,9	176,0	13,3	179,1	23,8	226,6

(*) IR calculado em relação à média:

(1) 6,4; (2) 7,0; (3) 7,7 e (4) 10,5 m³/ha.

Verifica-se na **Tabela 52** que ocorre aumento do V-RP produzido em função de **NR**, porém, o incremento entre as idades é baixo. As tendências observadas para os resultados de V-R e de V-RS são semelhantes às constatadas neste modelo, pois o V-RP corresponde à subtração de V-R e V-RS.

4.5.3. V total para processamento (V-TP)

Na **Tabela 53** são apresentados os resultados do V-TP médio aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IV-TP), os valores mínimo e máximo, o CV(%) e o NSP em cada classe de **NR**.

Tabela 53. Resultados médios em m³/ha do volume total para processo (V-TP) médio aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento de 41 a 60 meses (IV-TP), valores mínimo (m) e máximo (M), coeficiente de variação (CV%) e o número de subparcelas de amostragem (NSP) em cada classe do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

N R	S P	I D A D E (meses)																							
		41						53						60						41 a 60					
		m	V-TP	M	CV%	m	V-TP	M	CV%	m	V-TP	M	CV%	m	IV-TP	M	CV%								
0	7	87,7	101,8	137,8	16,8	114,9	139,2	185,4	16,8	124,5	160,7	233,4	19,4	36,8	59,0	85,6	25,1								
25	6	55,9	68,8	86,9	18,5	72,6	91,1	116,4	19,3	78,9	107,8	140,7	24,0	22,9	39,8	57,5	34,8								
50	5	65,8	82,5	98,8	17,9	85,3	110,6	135,4	18,6	98,2	128,4	153,1	18,6	33,1	46,8	55,1	28,2								
75	13	42,5	74,7	96,7	22,1	55,9	92,4	114,1	18,3	62,1	106,2	129,8	17,2	19,6	31,6	46,1	28,5								
100	6	66,9	75,8	83,4	9,3	84,7	97,3	106,6	9,6	101,9	109,8	121,3	7,8	26,3	32,1	37,7	12,8								
125	10	48,6	66,3	82,2	15,4	68,3	81,9	96,9	14,1	76,1	94,7	109,1	11,2	28,6	28,4	42,3	28,1								
150	3	58,7	76,2	99,8	27,9	74,9	91,6	111,7	16,5	90,5	105,6	130,1	16,5	26,4	31,6	38,8	15,2								

Na **Tabela 54** são apresentados os valores de F, a significância e o $R^2(\%)$ dos modelos de V-TP aos 41, 43 e 60 meses de idade e IV-TP, ambos em função de NR.

Tabela 54. Valores de F, significância (sig) e o $R^2(\%)$ dos modelos matemáticos do volume total para processo (V-TP) aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento entre 41 a 60 meses (IV-TP) em função do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

M O D E L O		I D A D E (meses)			
		V-TP			IV-TP
		41	53	60	41 a 60
1. $y = a + b.(NR) + c.(NR)^2$	F	6,18	13,02	13,86	22,64
	SIG	**	**	**	**
	$R^2(\%)$	20,82	35,65	37,10	49,06
2. $y = a + b.(NR)$	F	9,46	18,15	19,38	29,02
	SIG	**	**	**	**
	$R^2(\%)$	16,46	27,44	28,77	37,68
3. $\log y = a + b(NR)$	F	8,05	15,72	16,93	27,73
	SIG	**	**	**	**
	$R^2(\%)$	14,36	24,67	26,07	36,62
4. $\log y = a + b(\log(NR))$	F	11,64	23,51	25,25	40,50
	SIG	**	**	**	**
	$R^2(\%)$	19,51	32,87	34,29	45,76
5. $y = a + b(\log(NR))$	F	14,16	28,77	30,26	45,76
	SIG	**	**	**	**
	$R^2(\%)$	22,81	37,48	38,66	48,80

** - significativo ao nível de 1 % de probabilidade

Nota:

y - variável dependente: V-TP ou IV-TP

Verifica-se na **Tabela 54**, que os modelos em estudo foram significativos ao nível de 1%. Portanto, selecionou-se o modelo 5 para V-TP e todas as idades e IV-TP por apresentar valor de F e de $R^2(\%)$ superior aos demais modelos.

Pelos valores de $R^2(\%)$ dos modelos selecionados para o V-TP (**Tabela 54**), verifica-se que 22,8%; 37,7% e 38,7% da variação total nas idades de 41, 53 e 60 meses são explicados pela equação de regressão com NR e 48,8% para IV-TP.

Na **Tabela 55** são apresentados os modelos matemáticos selecionados para relacionar o efeito do NR sobre V-TP aos 41, 53 e 60 meses de idade e sobre o IV-TP.

Tabela 55. Modelos matemáticos selecionados para relacionar o efeito do número de árvores remanescentes por hectare (NR) sobre o volume total para processo (V-TP) aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento entre 41 a 60 meses (IV-TP).

IDADE (meses)	M O D E L O S	(1)
41	V-TP = $122,5257 - 23,30850 \cdot (\log(NR))$	
53	V-TP = $178,4053 - 44,52363 \cdot (\log(NR))$	
60	V-TP = $209,3013 - 53,29716 \cdot (\log(NR))$	
41 a 60	IV-TP = $87,3817 - 28,13847 \cdot (\log(NR))$	
(1) - Domínio R; $1 \leq NR \leq 150$.		

Pelos valores dos coeficientes angulares do V-TP aos 41, 53 e 60 meses de idade (**Tabela 55**), verifica-se que existe uma tendência desses valores reduzirem com idades superiores a 60 meses. Este fato poderá refletir em menor desenvolvimento do V-TP, quanto maior for o NR e a idade.

Constata-se pelos valores de F dos modelos selecionados para o V-TP e para o IV-TP (**Tabela 54**), e dos coeficientes angulares (**Tabela 55**) que o efeito de NR sobre o V-TP e o IV-TP é altamente significativo e negativo. O valor de $R^2(\%)$, embora significativo, é relativamente baixo, ou seja, há efeito, mas sua influência é baixa.

Na **Tabela 56** constam os valores estimados para o V-TP aos 41, 53 e 60 meses de idade e para o IV-TP mediante os modelos selecionados, e o IR.

Tabela 56. Valores estimados para volume total para processamento (V-TP) para 41, 53 e 60 meses de idade e para incremento entre 41 a 60 meses (IV-TP) mediante os modelos, e o índice de relatividade (IR) em cada classe do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

CLASSES DE NR	(meses)							
	41		53		60		41-60	
	V-TP (m ³ /ha)	IR (*) (%)	V-TP (m ³ /ha)	IR (*) (%)	V-TP (m ³ /ha)	IR (*) (%)	IV-TP (m ³ /ha)	IR (*) (%)
0	122,5	100,0	178,4	100,0	209,4	100,0	87,4	100,0
25	86,9	70,9	116,1	65,1	134,9	64,4	48,1	55,0
50	79,1	64,6	102,8	57,6	118,8	56,8	39,6	45,3
75	74,7	61,0	94,9	53,2	109,4	52,3	34,6	39,6
100	71,5	58,4	89,4	50,1	102,8	49,1	31,1	35,6
125	69,0	56,3	84,9	47,6	97,5	46,6	28,3	32,4
150	67,0	54,7	81,5	45,7	93,4	44,6	26,2	29,9

(*) Superioridade calculada para NR = 0

Nota: para a classe 0 NR, considerou-se NR = 1

Verifica-se na **Tabela 56**, que ocorre redução do V-TP aos 41, 53 e 60 meses de idade e do IV-TP com o aumento do NR.

Na **Figura 15** é apresentado o V-TP nas classes de NR em função da idade.

Figura 15. Volume total para processamento (V-TP) nas classes do número de árvores remanescentes por hectare (NR) em função da idade.

Pela característica das curvas da **Figura 15**, verifica-se maior produção de V-TP com redução de NR, sendo máximo quando NR é zero, ou seja, com corte raso.

Na **Figura 16** é apresentado o IV-TP em função de NR. Observa-se a acentuada redução da produção volumétrica com a presença de NR.

Figura 16. Incremento do volume total para processamento entre 41 a 60 meses (IV-TP) em função de número de árvores remanescentes por hectare (NR).

Na **Tabela 57** é apresentada a soma dos valores do V-B (**Tabela 39**) e de V-RP (**Tabela 52**), os de V-TP (**Tabela 55**) e a variação percentual aos 41, 53 e 60 meses de idade nas classes de NR, visando determinar as causas da redução do valor de F e de R^2 (%).

Tabela 57. Comparação entre a soma dos volumes de madeira da brotação e para processamento das remanescentes (VPS), com total pra processamento (V-TP) aos 41, 53 e 60 meses de idade e a variação percentual (D) nas classes de número de árvores remanescentes por hectare (NR).

Classes de NR	I D A D E (meses)								
	41			53			60		
	VPS (m ³ /ha)	VT-P (m ³ /ha)	D (%)	VPS (m ³ /ha)	VT-P (m ³ /ha)	D (%)	VPS (m ³ /ha)	VT-P (m ³ /ha)	D (%)
0	135,3	122,5	9,5	191,9	178,4	7,0	224,6	209,4	6,8
25	86,6	86,9	0,3	116,2	116,2	0,0	134,9	134,9	0,0
50	77,6	79,2	2,0	101,5	102,8	1,3	117,3	118,8	1,3
75	73,3	74,7	1,9	93,7	94,9	1,3	108,0	109,4	1,3
100	71,0	71,5	0,8	88,8	89,4	0,7	102,2	102,8	0,0
125	69,7	69,0	1,1	85,5	84,9	0,7	98,1	97,5	0,6
150	69,3	67,0	3,2	83,3	81,5	2,2	95,5	93,4	2,2

Observa-se na **Tabela 57**, que o V-TP foi subestimado em 9,5%: 7,0% e 6,8% aos 41, 53 e 60 meses de idade, respectivamente, para a classe 0 NR. Para as demais classes, não houveram diferenças superiores a 3,2%. Como os valores de R²(%) obtidos para V-B: 63,9%; 70,7% e 70,7%, e para V-RP; 80,9%; 61,2% e 62,2%, aos 41, 53 e 60 meses, respectivamente, são elevados, a estimativa deste parâmetro mediante a soma dos dois anteriores será mais precisa para análise, principalmente para a classe 0 NR. Por outro lado, não foram verificadas diferenças superiores a 2,9% para o incremento entre 41 a 60 meses, apesar destas não terem sido apresentadas na **Tabela 57**.

Analisando-se os valores de VPS aos 60 meses de idade (**Tabela 57**), verifica-se que de 0 para 25 NR ocorre redução de 89,7 m³/ha e para 150 NR, 129,1 m³/ha, ou seja, nessa idade houve perda de produção de madeira para processo de 39,9% e de 57,5%, respectivamente. Portanto, apesar do aumento do volume de madeira para processamento produzido pelas árvores remanescentes com o aumento do NR, este não é suficiente para compensar a redução na produção volumétrica da brotação. Esta redução, por sua vez, é causada pela presença das árvores remanescentes.

Considerando-se o objetivo principal do reflorestamento, verifica-se que a maior produção de madeira para processo é obtida quando o povoamento se desenvolve livre da competição com as árvores remanescentes, ou seja, manejado sob corte raso.

4.5.4. V total (V-T)

Na **Tabela 58** são apresentados os resultados do V-T aos 41, 53 e 60 meses de idade e o incremento de 41 a 60 meses (IV-T), os valores mínimo e máximo, o CV(%) e o NSP em cada classe de NR.

Tabela 58. Resultados do volume total de madeira em m³/ha aos 41, 53 e 60 meses de idade e do incremento entre 41 a 60 meses (IV-T), valores mínimo (m) e máximo (M), coeficiente de variação (CV%) e o número de subparcelas de amostragem (NSP) em cada classe do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

N S R	P	I D A D E (meses)											
		41				53				60			
		m	V-T	M	CV%	m	V-T	M	CV%	m	V-T	M	CV%
0	7	87,7	101,8	137,8	16,8	114,9	139,2	185,4	16,8	124,5	168,7	233,4	19,4
25	6	55,9	68,8	86,9	18,5	83,5	104,4	131,8	19,4	89,3	121,8	156,8	20,2
50	5	65,8	82,5	98,8	17,9	103,6	143,8	180,8	20,1	116,5	167,4	206,8	24,8
75	13	42,5	74,7	96,7	22,1	84,3	139,5	184,8	28,5	92,8	157,6	206,2	22,9
100	6	66,9	75,8	83,4	9,3	129,9	156,5	174,4	12,4	147,9	173,8	182,9	21,4
125	10	48,6	66,3	82,2	15,4	107,3	148,8	191,5	15,3	124,3	166,8	221,5	18,7
150	3	58,7	76,2	99,8	27,9	155,5	178,7	201,2	21,9	163,1	198,9	234,6	16,8

Na **Tabela 59** são apresentados os valores de F, a significância e o R²(%) dos modelos de V-T aos 41, 53 e 60 meses de idade e do IV-T, ambos em função de **NR**. Verifica-se que os modelos em estudo não satisfizeram H₀, exceto os modelos 1, 2, 3 e 4 para IV-T.

Tabela 59. Valores de F, significância (sig) e $R^2(\%)$ dos modelos para o volume total de madeira (V-T) aos 41, 53 e 60 meses de idade e o incremento entre 41 a 60 meses (IV-T), em função do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

M O D E L O		I D A D E (meses)			
		V-T		IV-T	
		41	53	60	41 a 60
1.	$y = a + b.(NR) + c.(NR)^2$	F 12,85 SIG ** $R^2(\%)$ 34,97	5,44 ** 18,78	3,41 * 12,68	2,72 ns 10,37
2.	$y = a + b.(NR)$	F 25,81 SIG ** $R^2(\%)$ 34,97	10,76 ** 18,32	6,63 * 12,13	2,63 ns 5,19
3.	$\log y = a + b(NR)$	F 25,25 SIG ** $R^2(\%)$ 34,57	10,51 ** 17,76	6,96 * 12,67	1,65 ns 3,32
4.	$\log y = a + b(\log(NR))$	F 19,99 SIG ** $R^2(\%)$ 29,40	7,43 ** 13,05	4,62 * 8,78	3,18 ns 6,22
5.	$y = a + b(\log(NR))$	F 20,20 SIG ** $R^2(\%)$ 29,62	7,21 ** 13,40	4,40 * 8,40	4,65 * 8,63

ns - não significativo ao nível de 5 % de probabilidade

* - significativo ao nível de 5 % de probabilidade

** - significativo ao nível de 1 % de probabilidade

Onde:

y - variável dependente: V-T ou IV-T

Apesar de terem os valores de F satisfeito H_0 , verifica-se que o $R^2(\%)$ decresce com a idade. O melhor modelo, aos 60 meses, apresenta $R^2(\%)$ de apenas 12,7% e, conforme discutido no item anterior (4.5.3), a soma dos valores apresentaram maior precisão em relação aos modelos, para a classe com 0 NR.

Em face do exposto, será utilizada a soma dos resultados obtidos para VPS (Tabela 57) e V-RS (Tabela 47) para se analisar o comportamento de V-T, conforme apresentado na Tabela 60, e o IR.

Tabela 60. Valores de volume total de madeira (V-T) aos 41, 53 e 60 meses de idade e o incremento entre 41 a 60 meses (IV-T), e o índice de relatividade (IR) em cada classe do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

CLASSES		(meses)							
		41		53		60		41-60	
DE		V-T	IR (*)	V-T	IR (*)	V-T	IR (*)	IV-T	IR (*)
NR		(m ³ /ha)	(%)	(m ³ /ha)	(%)	(m ³ /ha)	(%)	(m ³ /ha)	(%)
0		135,3	100,0	191,9	100,0	224,6	100,0	90,0	100,0
25		99,2	73,3	130,0	67,7	149,5	66,6	49,5	55,0
50		102,8	76,0	129,5	67,5	147,1	65,5	42,7	47,4
75		111,0	82,0	136,0	70,9	153,3	68,3	40,4	44,0
100		121,3	89,6	145,6	75,9	163,1	72,6	40,3	44,6
125		133,1	98,3	157,3	82,0	175,2	78,0	42,0	46,7
150		144,7	106,9	167,2	88,2	188,0	83,7	44,6	49,6

(*) IR calculado para NR = 0

Verifica-se na **Tabela 60**, que aos 41 meses o V-T produzido pela classe 150 NR foi superior em 6,9% ou 9,2 m³/ha, em relação ao produzido na classe 0 NR. No entanto, houve inversão entre as duas classes mencionadas aos 53 e 60 meses, sendo que os valores observados foram 11,8% (22,7 m³/ha) e 16,3% (36,6 m³/ha).

Observa-se na **Tabela 60** que o V-T produzido aos 41 meses nas classes 25 e 50 NR é de 99,47 e 103,53 m³/ha, respectivamente, invertendo-se aos 53 meses, 130,15 e 129,75 m³/ha, e aos 60 meses, 150,07 e 147,49 m³/ha. Nas classes de 75 a 150 NR o V-T é crescente. A **Figura 17** ilustra o exposto.

Figura 17. Volume total de madeira (V-T) nas classes de número de árvores remanescentes por hectare (NR) em função da idade.

Na **Figura 18** é apresentado o IV-T em função de NR. Verifica-se decréscimo acentuado do IV-T de 0 para 25 NR, ou seja, de 90,0 para 49,5 m³/ha, respectivamente, causado pela competição das árvores remanescentes sobre a brotação.

Figura 18. Incremento do volume total de madeira (IV-T) entre 41 a 60 meses de idade em função do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

Visando determinar a causa das inversões verificadas na **Tabela 60**, elaborou-se a **Tabela 61** do IMA do V-B e V-R. Salienta-se que o IMA do V-R foi calculado considerando-se a data de plantio (abril/1975), portanto, com 11,25; 12,25 e 12,83 anos para as medições aos 41, 53 e 60 meses após a instalação dos experimentos. A soma dos incrementos de V-B, V-R corresponde ao valor T.

Tabela 61. Incrementos médios anuais (IMA) em m³/ha/ano dos volumes de madeira da brotação (B) e das remanescentes (R) e a soma de B com R (T) aos 41, 53 e 60 meses após a instalação do experimento nas classes do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

CLASSES		I D A D E (meses)								
DE		41			53			60		
NR		B	R	T	B	R	T	B	R	T
0		39,6	--	39,6	43,3	--	43,3	44,9	--	44,9
25		24,9	1,3	26,2	25,9	1,27	27,2	26,6	1,30	27,9
50		21,6	2,6	24,4	22,2	2,59	24,6	22,7	2,66	25,3
75		19,9	3,8	23,8	19,9	3,93	23,9	20,4	4,04	24,4
100		18,6	5,1	23,6	18,4	5,23	23,6	18,7	5,43	24,2
125		17,6	6,5	24,1	17,2	6,67	23,8	17,4	6,88	24,3
150		16,6	7,8	24,6	16,2	7,99	24,2	16,4	8,25	24,7

Verifica-se na **Tabela 61** o comportamento diferenciado entre o IMA do V-B e V-R, com redução de 36,9%; 40,3% e 40,8%, aos 41, 53 e 50 meses de idade, respectivamente, entre as classes 0 e 25 NR de V-T. Portanto, constata-se o efeito negativo das árvores remanescentes sobre o IMA do V-T, com redução na produtividade do *E. saligna* de, no mínimo, 40,8% aos 60 meses de idade. Esses dados caracterizam a intolerância da espécie em se desenvolver com a presença de um estrato superior, conforme mencionado por HILLIS & BROWN (1978).

Analisando-se as classes 50 e 150 NR, verifica-se que não houveram diferenças do IMA superiores a 5%. Entretanto, observa-se a tendência do IMA reduzir da classe 0 NR até a classe 100 NR, aumentando nas classes superiores. Isto é consequência da elevação dos valores de IMA do V-R que

foram proporcionalmente maiores do que a redução do IMA do V-B.

Biologicamente, o crescimento é considerado estagnado quando o incremento corrente (IC) é igual ou inferior ao incremento médio (IM). Portanto, pode-se utilizar a relação IC/IM para determinar a estagnação entre duas idades. Na **Tabela 62** são apresentados os valores dessa relação (R) para V-B (RVB), V-R (RVR) e V-T (RVT) entre 41 e 53 meses e entre 53 e 60 meses. Neste caso, empregaram-se os valores mensais de IC e de IM.

Tabela 62. Relação entre o incremento corrente (IC) e o incremento médio (IM) para os volumes de madeira da brotação (RVB), das remanescentes (RVR) e total (RVT) entre 41 e 53 meses e entre 53 e 60 meses, nas diferentes classes do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

CLASSES	I D A D E (meses)					
	41 a 53			53 a 60		
	RVB	RVR	RVT	RVB	RVR	RVT
0	1.30	--	1.30	1.25	--	1.25
25	1.13	1.11	1.12	1.20	1.39	1.21
50	1.06	1.20	1.06	1.16	1.50	1.20
75	1.00	1.23	1.04	1.16	1.56	1.22
100	0.95	1.29	1.03	1.13	1.61	1.23
125	0.92	1.32	1.03	1.12	1.63	1.27
150	0.87	1.34	1.03	1.12	1.68	1.30

Teoricamente, os valores de R obtidos em uma mesma condição de sítio devem diminuir com o aumento da idade, exceto se houver redução da competição e/ou dos fatores

que limitam o crescimento, conforme apresentado por KRAMER & KOZLOWSKI (1972) e SPIECKER (1981). Neste caso, o aumento dos valores de R a partir da classe 25 NR pode caracterizar redução dos fatores limitantes, pois não houve, de modo geral, de crêscimo na sobrevivência entre 53 e 60 meses de idade (Tabela 4). O aumento observado, pode estar associado à época em que foi realizada a medição aos 60 meses, no final do período chuvoso (Figura 2), ou seja, do período de crescimento. Este fato permite supor que a limitação no crescimento da brotação sob árvores remanescentes pode estar associado tanto à presença das remanescentes quanto à umidade. No entanto, estudos específicos devem ser conduzidos sobre o assunto.

Apesar do exposto, constata-se redução no valor da RVB com aumento de NR. Este fato pode estar associado à redução do DAPq-B e AB-B devido à competição das árvores remanescentes com a brotação. Portanto, para produção de V-B, os tratamentos com maior NR deverão estagnar antes do que aqueles com menor NR e, conseqüentemente, haverá menor produção de madeira para processamento, mesmo em idades superiores a 60 meses, concordando com as observações efetuadas anteriormente.

Os valores de RVR são crescentes em função do aumento de NR nos dois períodos considerados. Portanto, mantendo-se as tendências observadas, espera-se que com maior densidade de NR, o valor de RVR continue a se elevar até que seja mais evidente a competição entre as árvores remanescentes. Outrossim, pode-se considerar, ainda, que a estagnação do

crescimento das remanescentes ocorra em idade superior à da brotação, pois pelos resultados do DAPq-R, até 60 meses após a instalação dos tratamentos, não foi verificada competição entre essas árvores.

O RVT, por ser a relação entre o incremento corrente e o médio, tanto da brotação como das árvores remanescentes, fornece a característica geral da influência de NR sobre o desenvolvimento dos fustes nas subparcelas de amostragem. Verifica-se que de 0 a 50 NR o valor de RVT é semelhante ao de RVB devido a maior proporção de V-B produzido em relação a V-R, reduzindo em classes superiores pelo maior V-R.

Na **Tabela 63** são apresentadas as percentagens de V-B e V-R aos 41, 53 e 60 meses de idade em relação ao V-T.

Tabela 63. Relação percentual dos volumes de madeira da brotação (VBP) e das remanescentes (VRP) em relação ao total aos 41, 53 e 60 meses de idade nas diferentes classes do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

CLASSES	I D A D E (meses)					
	41		53		60	
DE NR	V-B (%)	V-R (%)	V-B (%)	V-R (%)	V-B (%)	V-R (%)
0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
25	86,0	14,0	88,1	11,9	89,0	11,0
50	72,5	27,5	75,7	24,3	77,1	22,9
75	61,4	38,6	64,8	35,2	66,5	33,5
100	52,5	47,5	55,8	44,2	57,4	42,6
125	45,2	54,8	48,2	51,8	49,8	50,2
150	39,7	60,3	42,5	57,5	43,7	56,3

Verifica-se na **Tabela 63** redução dessas porcentagens em relação a V-B com aumento de **NR**, sendo que com a presença de 100 a 125 **NR** apenas 50% do volume total de madeira produzido pela brotação. Observa-se ainda que com o aumento da idade há maior participação do V-B no V-T, estando associado ao maior IMA de V-B em relação ao de V-R.

4.6. ANÁLISE FINANCEIRA DO VOLUME COMERCIAL DE MADEIRA

Transformando-se os resultados de VPS (**Tabela 57**) e de V-RS (**Tabela 47**) aos 41, 53 e 60 meses de idade para estêreos e utilizando os valores praticados no mercado madeireiro em novembro de 1988, obtêm-se os valores de madeira em pé das classes de **NR** (**Tabela 64**).

Verifica-se na **Tabela 64**, que os maiores valores totais de madeira em pé estão associados às classes com maior **NR**, ou seja, com maior quantidade de árvores procedentes da primeira rotação. Essas árvores possuem um volume remanescente antes do início dos tratamentos (corte) e que está contribuindo para elevação do VV-T, conforme se observa para as classes 100, 125 e 150 **NR** aos 41, 53 e 60 meses de idade, 125 e 150 **NR** aos 53 meses, e 150 **NR** aos 60 meses.

Tabela 64. Valores em CZ\$ 1.000,00 da madeira em pé para processo (VVTPS), para serraria (VV-RS), a relação (VR) entre esses valores, o total (VV-T) e o índice de relatividade (IR) por idade nas classes do número de árvores remanescentes por hectare (NR).

IDADE	NR	VVTPS	VV-RS	VR	VV-T	IR (%) (*)
41	0	637,3	---	---	637,3	100,0
	25	407,9	89,5	4,5	497,4	78,0
	50	368,5	178,9	2,0	544,4	85,4
	75	343,2	267,7	1,3	612,9	96,2
	100	334,4	357,1	0,9	691,5	108,5
	125	328,3	449,4	0,7	777,7	122,0
	150	326,4	535,3	0,6	861,7	135,2
56	0	903,8	---	---	903,8	100,0
	25	547,5	98,0	5,6	645,5	71,4
	50	470,1	198,8	2,4	676,9	74,9
	75	441,3	300,3	1,5	741,6	82,1
	100	418,2	403,3	1,0	821,5	90,9
	125	402,7	509,6	0,8	912,3	101,6
	150	392,3	604,2	0,7	996,5	110,3
60	0	1057,9	---	---	1057,9	100,0
	25	635,4	103,7	6,1	739,1	69,9
	50	552,5	211,6	2,6	764,1	72,2
	75	508,7	321,6	1,6	830,3	78,5
	100	481,4	432,4	1,1	913,8	86,4
	125	462,1	547,4	0,8	1009,5	95,4
	150	449,8	656,8	0,7	1106,6	104,6

(*) IR considerando o VV-T para NR=0

No entanto, verifica-se, redução do IR entre as classes com 100, 125 e 150 NR. Aos 41 meses de idade os valores de IR para essas classes foram 108,5%; 122,0% e 135,2%, enquanto que aos 60 meses, 86,4%; 95,4% e 104,6%, respectivamente. Este fato está associado ao maior crescimento da brotação desenvolvendo livre da competição com as árvores remanescentes. Espera-se, portanto, que em idades superiores às em estudo que o VV-T para o corte raso seja maior do que para 150 NR.

Por outro lado, a relação (VR) reduz com o aumento de NR e com a idade, ou seja, ocorre redução na relação do valor da madeira em pé produzida para processamento, para cada CZ\$ 1.000,00 produzido para serraria. Isto é consequência do IMA da brotação que é maior do que o das árvores remanescentes.

Considerando-se a baixa competição entre as árvores remanescentes e o valor da madeira em pé, pode-se afirmar que para a produção de madeira para serraria de *E. saligna*, deve-se deixar o povoamento para corte final em idade mais avançada ou com NR superior a 150.

A análise econômica dos resultados é necessária para definir o manejo conjugado, pois a madeira produzida possui valor diferenciado de mercado. Este experimento por ter diferentes NR, deverá apresentar custos de produção diferenciados. Portanto, recomenda-se que a análise econômica seja efetuada após a exploração, considerando-se exauridos todos os custos de implantação ao final da primeira rotação e que sejam considerados os custos de marcação das árvores remanescentes, de manutenção, de desbrota e de exploração da segunda rotação, e as receitas da madeira destinada para processamento na segunda rotação e para serraria e/ou postes.

4.7. DESENVOLVIMENTO DE NOVAS PESQUISAS

Apesar do sistema conjugado não apresentar vantagens silviculturais para produção de madeira para processamento de *E. saligna*, pois a presença de árvores remanescentes causa efeito negativo no diâmetro da brotação e, em todos os parâmetros dele dependentes, e como a análise de experimentos em manejo florestal mediante o uso de regressão apresenta resultados positivos, como apresentado neste estudo, permitindo que se obtivesse o comportamento da espécie em função de uma variável e não somente a diferença entre os diferentes tratamentos, sugere-se como novas linhas a serem pesquisadas:

- a) estudar o comportamento de espécies tolerantes à competição como: *E. pilularis*, *E. maculata*, *E. viminalis*, *E. microcorys*, *E. resinifera*, *E. pellita*, *E. citriodora*, conforme HILLIS & BROWN (1978), sob o sistema conjugado;
- b) estudar o manejo de provoamentos de espécies intolerantes de *Eucalyptus* mediante desbastes e plantados visando a produção de madeira para serraria;
- c) estudar a qualidade da madeira das espécies tolerantes para aproveitamento nobre visando a determinação das potenciais a serem utilizadas em um programa de pesquisa específico para manejo conjugado;

- d) realizar a análise econômica deste experimento para determinar o valor real da madeira produzida em cada classe de NR, tanto para serraria como para processamento;
- e) estudar a correlação entre área basal, área da copa e intensidade luminosa nas espécies tolerantes e nas intolerantes para correlacionar essas variáveis com o desenvolvimento da brotação;
- f) considerar outras variáveis na análise por regressões, como por exemplo, área basal das árvores remanescentes, diâmetro da copa e intensidade de luz incidente na brotação;
- g) considerar o volume de madeira produzido na primeira rotação nas parcelas para realização da análise econômica;
- h) considerar todas as variáveis dendrométricas imediatamente antes do corte como covariáveis.

5. CONCLUSÕES

Da discussão dos resultados obtidos no presente trabalho permitiram obter as seguintes conclusões:

- A presença das árvores remanescentes não influenciou a sobrevivência da brotação.
- A presença de árvores remanescentes não influenciou o desenvolvimento da altura dominante da brotação e as alturas médias da brotação e das árvores remanescentes.
- A presença das árvores remanescentes causou redução significativa no DAPq da brotação e, portanto, nos parâmetros dele dependentes, área basal e volume.
- A redução mais acentuada do DAPq, da área basal e do volume da brotação foi no intervalo de 0 para 25 árvores remanescentes por hectare, caracterizando a concorrência entre as árvores remanescentes e a brotação, e intolerância do *E. saligna* em se desenvolver sob um estrato superior.

- A presença das árvores remanescentes reduziu a área basal total do povoamento.
- O incremento médio anual do volume da brotação desenvolvendo-se sob corte raso é, em média, 55% superior quando comparado àquele sob árvores remanescentes.
- Aos 60 meses foi verificada competição relativamente baixa entre as árvores remanescentes.
- O aumento das árvores remanescentes por hectare aumentou a sua área basal e o seu volume de madeira total, para serraria e para processamento.
- O aumento no volume de madeira para processamento, produzido pelas árvores remanescentes, não é suficiente para compensar a redução na produção volumétrica da brotação.
- Silviculturalmente, o sistema conjugado não é recomendado para o *E. saligna*, pois o volume de madeira para processamento produzido pela brotação sob árvores remanescentes, aos 60 meses de idade, foi 50%, em média, inferior ao produzido pela brotação em corte raso.
- Financeiramente, o valor total da madeira produzida com 150 árvores remanescentes por hectare aos 60 meses em segunda rotação foi 4,6% superior àquele obtido sob corte raso. No entanto, espera-se que o valor da madeira da brotação manejada sob corte raso, seja maior do que o obtido para 150 árvores remanescentes por hectare, em idades posteriores a 60 meses, devido a seu incremento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, O.J.R. & JANKOWSKY, I.P. Prevenção e controle da rachadura de topo de tora de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. IPEF, Piracicaba, (33): 39-49, 1986.
- ANDRADE, E.N. de. O eucalipto e suas aplicações. São Paulo, Rothschild e Co., 1928. 143p.
- ANFPC - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE PAPEL E CELULOSE. Brasil florestal: ano 2000 - diretrizes estratégicas para o setor florestal. São Paulo, 1981. 52p.
- BARROS, N.F. A silvicultura, o manejo e a produtividade florestal. Silvicultura, São Paulo, 11(41): 57-9, 1986.
- BERTOLOTI, G.; SIMÕES, J.W.; NICOLIELO, N.; GARNICA, J. B. Efeitos de diferentes métodos e intensidades de desbaste na produtividade de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. et Golf. IPEF, Piracicaba, (24): 47-54, 1983.
- BEVEGE, D.I. Thinning of slash pine in Queensland with special reference to basal area control. In: FAO WORLD SYMPOSIUM ON MAN MADE FOREST AND THEIR INDUSTRIAL IMPORTANCE, Canberra, 1967. Proceedings. Rome, FAO, 1967. v.3, p. 1665-82.

BURGER, D. Ordenamento florestal: a produção florestal. Curitiba, UFPr, Setor de Ciências Agrárias, 1976. 176p.

CHAVES, R. (Duratex Florestal S/A, Jundiaí). Comunicação pessoal, 1988.

COMISSÃO DE SOLOS. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. São Paulo, CNEPA, Serviço Nacional de Pesquisa Agrônômica, 1960. 634p. (Boletim 12).

COUTO, H.T.Z. (ESALQ/USP. Departamento de Ciências Florestais, Piracicaba). Comunicação pessoal, 1988.

DFSA - DURATEX FLORESTAL S/A. Efeito das árvores remanescentes no desenvolvimento da segunda rotação de *E. saligna*. Boletim Informativo. Série Técnica, Jundiaí, 1(13): 1 - 4, 1985a.

DFSA - DURATEX FLORESTAL S/A. Efeito das árvores remanescentes no desenvolvimento da segunda rotação de *E. saligna*. Boletim Informativo. Série Técnica, Jundiaí, 1(16): 1 - 4, 1985b.

DFSA - DURATEX FLORESTAL S/A. Efeito das árvores remanescentes no desenvolvimento da segunda rotação de *E. saligna*. Boletim Informativo. Série Técnica, Jundiaí, 1(24): 1 - 4, 1985c.

DFSA - DURATEX FLORESTAL S/A. Efeito das árvores remanescentes no desenvolvimento da segunda rotação de *E. saligna*. Boletim Informativo. Série Técnica, Jundiaí, 2(2): 1 - 4, 1986.

FAO. Eucalyptus for planting. Rome, 1981. 503p.

FERREIRA, M.C.; FERNANDES, P. de S; STAPE, J.L. Manejo do eucalipto para obtenção simultânea de madeira para serraria e fibras. Boletim Técnico. Instituto Florestal, São Paulo, 40-A(1): 166-75, 1986

- FOELKEL, C.E.B. Faça um bom uso de sua floresta. Silvicultura, São Paulo, 11(41): 178-9, 1986.
- FREITAS, A.R. Alternativas tecnológicas para melhor aproveitamento dos recursos florestais brasileiros. Silvicultura, São Paulo, 11(41): 176-8, 1986.
- HAHRIE, H.; OLIVEIRA, A.C.; COUTO, E.A.; MORAIS, E.J.; RIBEIRO, G.T. Somando à energia - manejo ambiental e os reflorestamentos. Silvicultura, São Paulo, 11(41): 22-5, 1986.
- HILLIS, W.E. & BROWN, A.G. Eucalyptus for wood production. Melbourne, CSIRO, 1978. 433p.
- IBDF - INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. O setor florestal brasileiro 79/85. Brasília, 1987. 65p.
- JOHNSTON, D.R.; GRAYSON, A.J.; BRADLEU, R.T. Forest planning. London, Faber and Faber Ltd., 1967. 541p.
- KRAMER, P.J. & KOZLOWSKI, T.T. Fisiologia das árvores. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745p.
- MACHADO, L.R. (Faculdade de Medicina/USP, Departamento de Neurologia e Psiquiatria, São Paulo) Comunicação pessoal, 1988.
- NICOLIELO, N. Possibilidades de usos múltiplos das florestas. Silvicultura, São Paulo, 11(41): 141-4, 1986.
- PESSOA, N.S. Balanço hídrico. Boletim Informativo. CATI, Campinas, (190): 1-32, 1985.
- PIMENTEL-GOMES, F. (ESALQ/USP. Departamento de Matemática e Estatística, Piracicaba) Comunicação pessoal, 1988.
- SAS - STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS user's guide: statistics. Cary, SAS Institute Inc., 1982. 584p.

- SETZER, J. Atlas climático-ecológico do Estado de São Paulo. São Paulo, Comissão Interestadual da Bacia Paranã-Uruguaí e Centrais Elétricas do Estado de São Paulo, 1966. 61p.
- SIMÕES, J.W. Manejo silvicultural de reflorestamento. Brasília, MEC-ABEAS, 1988. 70p.
- SIMÕES, J.W.; BRANDI, R.M.; LEITE, N.B.; BALLONI, E.A. Formação, manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento. Brasília, IBDF, 1981. 131p.
- SMITH, D.M. The practice of silviculture. New York, John Wiley, 1962. 578p.
- SPIECKER, H. Análise do crescimento florestal: a concorrência e sua importância no desbaste. Série Técnica. FUFEP, Curitiba, 8: 1-62, 1981.
- SPIEGEL, M.R. Estatística. 2.ed. São Paulo, Mc-Graw Hill, 1985. 545p.
- VALE, A.B.; OLIVEIRA, A.D.; FELFILI, J.M.; QUINTAES, P. C. G. Desbastes florestais. Brasil Florestal, Brasília, (59): 45-57, 1984.
- VEIGA, R.A. de A. Dendrometria e inventário florestal. Boletim Didático. FEPAF, Botucatu, 1: 1-108, 1984.
- VILLIERS, A.M. Silvicultural exploration and conservation methods that affect quality. South African Forestry Journal, Pretoria, (55): 21-33, 1965.

APÊNDICE

METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DAS EQUAÇÕES DE VOLUME

Cubicaram-se 100 árvores distribuídas homogeneamente em dez classes de diâmetro, compreendidas entre o mínimo e máximo da amplitude diamétrica do povoamento, para cada equação.

Foram coletados dados relativos aos diâmetros com casca e o comprimento da tora foi de 2,5 m. Empregou-se o método de Smalian para cubagem, sendo a equação geral (VEIGA, 1984):

$$\text{Eq. (1) } V = L \cdot \left(\left(\frac{A_{(0)} + A_{(n)}}{2} \right) + A_{(1)} + A_{(2)} + \dots + A_{(n-1)} \right)$$

Onde:

- V: volume dos brotos ou das árvores remanescentes
- L: comprimento da tora, neste caso igual a 2,5 m
- $A_{(0)}$: área transversal na base
- $A_{(n)}$: área transversal no topo
- $A_{(1)}, A_{(2)}, \dots, A_{(n)}$: área transversal em cada secção transversal entre a base e o topo

Determinaram-se as equações de volume de madeira pelo método de regressão "Stepwise" do SAS (SAS, 1982) e pelos modelos apresentados a seguir (CHAVES, 1988)*:

* Comunicação pessoal

- Spurr (variável combinada:	:	$V = D^2H$
- Spurr logarítmica	:	$V = LD^2H$
- Spurr bi-logarítmica	:	$LV = LD^2H$
- Meyer	:	$V = D, D^2, DH, D^2H, H$
- Meyer modificada	:	$V = D, D^2, DH, D^2H$
- Naslund modificada	:	$V = D^2, D^2H, DH^2, H^2$
- Australiana (Stoate)	:	$V = D^2, D^2H, H$
- Prodam	:	$LV = LD, L^2D, LH, L^2H$
- Ogaya	:	$V/D^2 = H$
- Schumacher-Hall	:	$LV = LD, LH$

Selecionaram-se as equações de volume, através do coeficiente de determinação, da distribuição de erros e dos valores absolutos e percentuais das somas de erros.