

COMPORTAMENTO DO *Eucalyptus grandis* HILL EX MAIDEN EM DOIS
SOLOS DE BAIXA FERTILIDADE, EM ANGATUBA-SP.

JANIO CARLOS GONÇALVES
Engenheiro Florestal

Orientador: Prof. Dr. RAFAEL ROBERTO ALOISI

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 1987

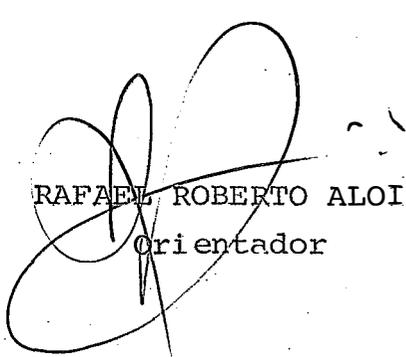
COMPORTAMENTO DO *Eucalyptus grandis* HILL EX MAIDEN EM DOIS
SOLOS DE BAIXA FERTILIDADE, EM ANGATUBA-SP.

JANIO CARLOS GONÇALVES

Aprovado em: 29/12/87

Comissão julgadora

Prof. Dr. Rafael Roberto Aloisi	ESALQ/USP
Prof. Dr. João Walter Simões	ESALQ/USP
Prof. Dr. Francisco de Assis Ferraz de Mello	ESALQ/USP



RAFAEL ROBERTO ALOISI
Orientador

À Adriana e aos meus pais
Carlos e Arany,
DEDICO

AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus sinceros agradecimentos às seguintes pessoas e instituições:

Ao Prof. Dr. Rafael Roberto Aloisi, orientador desse trabalho e amigo.

Ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, pela oportunidade de realizar este trabalho.

À Companhia Suzano de Papel e Celulose pela cessão do material e apoio nos trabalhos de campo.

Ao Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ/USP pela colaboração nas análises.

Ao Prof. Dr. Luiz Ernesto George Barrichelo pela colaboração nas análises da densidade básica da madeira.

Ao Eng^o Agr^o Gerard Sparoneck pela colaboração nas análises difratogramétricas.

Ao Eng^o Ftal. Admir Lopes Mora pelas sugestões e colaboração nas análises estatísticas.

À Bibliotecária Marialice Metzker Poggiani, pela colaboração na revisão bibliográfica.

Ao Prof. Dr. Paulo Yoshio Kageyama, pelas oportunas sugestões.

Ao Eng^o Agr^o Fernando Ferreira de Camargo pelo apoio.

À Dra. Aracy da Cunha Borges pelo apoio e estímulo.

À Maria Helena M.O. Rodrigues pelos serviços datilográficos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	<i>viii</i>
LISTA DE TABELAS	<i>ix</i>
RESUMO.....	<i>xi</i>
SUMMARY.....	<i>xiii</i>
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Características dos solos arenosos de baixa fer- tilidade.....	4
2.2. Aspectos nutricionais do <i>Eucalyptus</i>	14
2.3. Densidade básica da madeira.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1. Material.....	22
3.1.1. Localização e histórico da área de es- tudo.....	22
3.1.2. Solo.....	23
3.1.3. Clima.....	25
3.1.4. Espécie.....	25
3.2. Métodos.....	27
3.2.1. Estabelecimento do ensaio.....	27
3.2.2. Amostragem e análises de solo.....	27
3.2.3. Amostragem e análises foliares.....	30
3.2.4. Amostragem para densidade básica da ma- deira e sua determinação.....	32
3.2.5. Levantamento dendrométrico.....	33
3.2.6. Análise estatística.....	34
4. RESULTADOS.....	35

	Página
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	44
5.1. Análises química e física dos solos.....	44
5.2. Difração com Raios-X.....	52
5.3. Análises foliares.....	53
5.4. Levantamento dendrométrico.....	56
5.5. Densidade básica da madeira.....	57
6. CONCLUSÕES	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	Página
1. Difrátogramas referentes a 8 amostras de LVd à 50 - 70 cm. Os picos correspondentes à caolinita foram segmentados em seus terços superiores, para melhor disposição.....	40
2. Difrátogramas referentes a 8 amostras de AQ à 50 - 70 cm. Os picos correspondentes à caolinita foram segmentados em seus terços superiores, para melhor disposição.....	41

LISTA DE TABELAS

TABELAS	Página
1. Resultados da análise granulométrica de um perfil de LVd, correspondente ao lote A da área do ensaio.....	24
2. Resultados da análise química de um perfil de LVd, correspondente ao lote A da área do ensaio.	24
3. Resultados da análise granulométrica de um perfil de Areia Quartzosa, correspondente ao lote B da área do ensaio.....	26
4. Resultados da análise química de um perfil de Areia Quartzosa, correspondente ao lote B da área do ensaio.....	26
5. Resultados médios das análises químicas para o Latossol Vermelho Amarelo distrófico textura arenosa (LVd).....	36
6. Resultados médios das análises físicas para o Latossol Vermelho Amarelo distrófico textura arenosa (LVd).....	37
7. Resultados médios das análises químicas efetuadas para o solo Areia Quartzosa (AQ).....	38
8. Resultados médios das análises físicas efetuadas para o solo Areia Quartzosa (AQ).....	39

TABELAS

Página

9. Resultados médios das análises foliares de <u>ma</u> cro e micronutrientes em <i>E. grandis</i> aos 5 anos plantado em LVd e AQ.....	42
10. Resultados do levantamento dendrométrico em plantios de <i>E. grandis</i> aos 5 anos sobre LVd e AQ e comparação estatística das médias através do teste "t" não pareado.....	42
11. Valores médios da densidade básica (db) da <u>ma</u> deira de <i>E. grandis</i> aos 5 anos plantado em LVd (Lote A) e AQ (lote B).....	43
12. Análise da variância da densidade básica da madeira de <i>E. grandis</i> aos 5 anos em LVd (Lote A) e AQ (Lote B).....	43
13. Variáveis dos solos LVd e AQ que diferiram estatisticamente através da aplicação do teste "t" não pareado.....	45
14. Nutrientes foliares em <i>E. grandis</i> aos 5 anos em LVd e AQ, que diferiram estatisticamente pelo teste "t" não pareado.....	55

COMPORTAMENTO DO *Eucalyptus grandis* HILL EX MAIDEN EM DOIS SOLOS DE BAIXA FERTILIDADE, EM ANGATUBA-SP.

Autor: JANIO CARLOS GONÇALVES

Orientador: Prof. Dr. RAFAEL ROBERTO ALOISI

RESUMO

Com o objetivo de verificar as prováveis diferenças entre Latossol Vermelho Amarelo distrófico, . textura arenosa e Areia Quartzosa, responsáveis pela diferente produtividade apresentada por plantios comerciais de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, com 5 anos, em Angatuba-SP, os solos foram analisados. Procedeu-se, também, a análise dos níveis foliares dos nutrientes e da densidade básica da madeira de *E. grandis*, e avaliou-se a produtividade florestal nos dois solos.

Os solos apresentaram mineralogia caolinítica semelhantes, estando a produtividade florestal associada à matéria orgânica, capacidade de troca catiônica e teores de argila que, no Latossol foi 20% superior a da Areia Quartzosa.

Boro e Cobre apresentaram-se em maiores níveis

no plantio sobre Latossol, e Cálcio apresentou-se em maior ní
vel foliar no plantio sobre Areia Quartzosa.

A densidade básica da madeira não diferiu em
função das diferentes produtividades apresentadas por *E. gran*
dis nos dois solos.

DEVELOPMENT OF *Eucalyptus grandis* HILL EX MAIDEN
IN TWO LOW FERTILITY SOILS IN ANGATUBA-SP.

Author: JANIO CARLOS GONÇALVES

Adviser: Prof. Dr. RAFAEL ROBERTO ALOISI

SUMMARY

This study was conducted to verify the possible causes for the different productivity obtained from 5 year-old commercial plantation of *Eucalyptus grandis* planted in two soils occurring in the Angatuba municipality, SP, namely a Red Yellow Latosol dystrophic, sandy and a Quartz sandy soil. Wood yield was evaluated for both soils and composition with the nutrient status of the plants by means of foliar analysis and wood basic density.

Both soils were similar as to their mineralogical characteristics and wood yield was associated with organic matter content, cation exchange capacity and clay content for both soils, but yield was 20% higher in the Red Yellow Latosol. Leaf boron and copper content were higher in the plants grown on Latosol where calcium content was higher in those grown on the Quartz sandy soil. Wood basic density was however similar for both soils.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil possui aproximadamente 2,8 milhões de ha plantados com *Eucalyptus*, constituindo-se na maior área reflorestada com essa essência no mundo.

Não obstante toda essa superfície ocupada, a eucaliptocultura continua expandindo-se em território brasileiro, tendo em vista o atendimento da demanda interna e externa representada pelos produtos industrializados obtidos a partir da sua madeira.

Evidentemente toda essa expansão industrial está calcada na ampliação dos plantios, bem como no aumento de produtividade dos mesmos.

Motivos de ordem sócio-econômicos determinam que, no Estado de São Paulo, a expansão dos plantios somente poderá ser efetivada através da ocupação dos solos que apresentam limitações à produção de alimentos, principalmente aqueles de baixa fertilidade, mas que oferecem condições de mecanização. Assim, a utilização racional do potencial desses solos para reflorestamento assume importância vital.

Eucalyptus grandis Hill ex Maiden é a espécie mais cultivada no País e a que melhor vem se comportando em solos de baixa fertilidade. Entretanto, esta mesma espécie tem apresentado desenvolvimento diferenciado nesses mesmos solos, sugerindo que estudos devam ser feitos no sentido de se evidenciar a causa de tal comportamento, e se características desejáveis da madeira, do ponto de vista industrial, como a densidade básica, não estariam sendo alteradas, em função dessas diferenças de produtividade observadas.

Respostas a tais indagações, além de contribuir para um melhor planejamento empresarial, forneceria elementos indispensáveis à orientação de práticas de manejo visando um melhor aproveitamento do potencial do solo e da espécie, no sentido de garantir produtividades satisfatórias e sustentadas ao longo das rotações.

O presente estudo visa determinar, na variável solo, a provável causa do desenvolvimento diferenciado observado em plantios comerciais de *Eucalyptus grandis*, estabelecidos em Latossol Vermelho Amarelo distrófico, textura arenosa e Areia Quartzosa.

Dentro deste enfoque, apresentam-se os objetivos principais:

- evidenciar as prováveis diferenças entre os dois solos, verificando se as produtividades observadas pela espécie estão associadas às mesmas.

- fornecer informações quanto aos aspectos do manejo desses solos, no sentido de racionalizar o aproveitamento dos mesmos para o reflorestamento com a espécie estudada; e,
- verificar a variação da densidade básica da madeira e dos nutrientes nas folhas em função do crescimento diferenciado das árvores nos solos em questão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Visando maior clareza de apresentação e buscando a melhor forma de situar as questões envolvidas na pesquisa, este item encontra-se subdividido, onde é apresentado em primeiro lugar, a literatura pertinente ao solo, posteriormente aquela sobre aspectos de nutrição mineral da planta, e finalmente, uma abordagem sobre densidade básica da madeira.

2.1. CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS ARENOSOS DE BAIXA FERTILIDADE

A expansão da área reflorestada no Brasil tem sido feita principalmente em solos sob vegetação de cerrado (LOPES & COX, 1977; COSTA & CARMO, 1983).

Estes solos são caracterizados como de baixa fertilidade natural e alto grau de acidez, sendo encontrados sob condições bioclimáticas diversas, as quais determinam a predominância dos processos de perda.

Descrição das características e propriedades físicas dos solos das regiões de cerrado, têm sido objeto de vários autores RANZANI (1969, 1972), MEDINA & GROHMAN (1966),

JACOMINE (1969), MENDES (1972) e WOLF (1975), que são unânimes em afirmar que são solos muito profundos, sem barreiras físicas para o desenvolvimento normal das raízes. Esta característica, somada àquelas de boa estrutura e superfícies de declive suave, apresentam condições favoráveis para mecanização.

Evidências da baixa capacidade de retenção de água desses solos são relatadas por RANZANI (1962, 1971), MEDINA & GROHMAN (1966), WOLF (1975), LOPES (1983), a maioria dos quais estabelecem certo grau de relação com as características texturais e com a matéria orgânica.

GROHMAN (1966) afirma que os solos arenosos são os que apresentam menor índice de disponibilidade de água, sugerindo que tal fato deve-se ao alto volume de matéria sólida, baixo teor de argila e baixa microporosidade.

UEHARA & KENG (1975) afirmam que a água dos poros de maiores dimensões move-se rapidamente sob forças gravitacionais, e que a capacidade de campo é atingida à baixas tensões, em geral 1/10 e 1/7 bar, devido à condutividade hidráulica nessas tensões ser muito baixa.

Segundo PRITCHET (1979), discorrendo sobre solos florestais, afirma que estes devem ser aceitos como organismos dinâmicos, nos quais os processos de intemperismo estão sempre atuando, constituindo-se portanto nos agentes de reabastecimento natural dos solos em nutrientes.

Entretanto, solos com aptidão florestal como Entissóis e alguns Oxissóis, em condições tropicais, são constituídos predominantemente por minerais em estágio final de intemperismo, restando quantidades muito reduzidas de minerais com possibilidades de intemperizarem-se, e, conseqüentemente, de liberarem nutrientes para o reabastecimento do sistema. Tal posição é confirmada por MONIZ (1975), VIEIRA (1975), SANCHEZ (1981), LOPES (1983), que demonstraram ser pequena a contribuição do processo de intemperismo do material de origem como fornecedor de nutrientes para esses solos.

Tais solos não podem ser aceitos como um reservatório permanente de nutrientes, os quais além de serem consumidos pela exploração da floresta, são sujeitos a erosão e a lixiviação, determinando a perda de produtividade do sítio. Essa tendência pode ser minimizada pela combinação de fertilizações e práticas de manejo (PRITCHET, 1979; COLE, 1981).

SANCHEZ (1981), descreve o modelo de mineralogia de argila em sistemas constituídos de silicatos laminares com revestimentos de óxidos, como sendo o mais apropriado para solos tropicais que têm quantidades moderadas de óxidos, sem no entanto, terem suas áreas superficiais completamente revestidas por eles, como os Oxissóis, Ultissóis, Inceptossóis, que têm mineralogia caolinítica ou haloisítica.

Segundo ZELAZNY & CALHOUN (1971), UEHARA & KENG, (1975), SANCHEZ (1981), LOPES (1983), MALAVOLTA & KLIEMANN (1985), os mi

nerais de argila encontrados em solos tropicais são os silicatos laminares 1:1, representados pela caolinita e haloisita, além dos óxidos gibbistita e goetita, possuindo cargas elétricas predominantemente variáveis, na maioria das vezes negativas, e dependentes do pH do meio.

KENG & UEHARA (1974), afirmam que nos solos tropicais, constituídos por sistemas oxídicos, a carga é completamente dependente do pH, sendo que quando se diminui o pH, criam-se cargas positivas e quando se eleva o pH, ao adicionar-se OH^- , formam-se cargas negativas, conseqüentemente aumentando-se a CTC.

JACOMINE (1969), UEHARA & KENG (1975), encontraram valores para delta pH negativos em Oxissolos de cerrado, indicativos da predominância de cargas negativas nesses solos.

VAN RAIJ & PEECH (1972) estudando propriedades eletroquímicas de dois Oxissolos e um Alfissolo, encontraram balanço final de cargas positivas no horizonte B₂ de um dos Oxissolos, entretanto, nenhum dos três solos mostrou balanço líquido de cargas positivas no horizonte A.

LOPES (1983), acredita que o balanço líquido de cargas positivas nesses solos, os quais apresentam potencial de superfície constante, seja devido ao fato das cargas negativas do complexo orgânico, serem suficientes para sobrepor-se a possíveis cargas positivas, resultantes da fração mineral, rica em óxidos e hidróxidos de Al e Fe.

MEKARU & UEHARA (1972) afirmam serem principalmente os íons H^+ e OH^- os determinantes do potencial eletroquímico desses solos, aos valores de pH baixos característicos dos mesmos.

LOPES (1983) encontrou para 518 amostras superficiais de solos sob cerrado, valores médios de 0,25 meq/100 cm^3 , para Ca^{++} ; 0,09 meq/100 cm^3 para Mg^{++} ; 0,08 meq/100 cm^3 para K^+ , revelando a extrema deficiência desses nutrientes.

De acordo com KAMPRATH (1967), a produtividade de plantas sensíveis à toxidez de Al passa ser limitada a partir de 20% de saturação de Al, a maioria das plantas cultivadas começa a sofrer em função da falta de equilíbrio entre concentração de bases e Al.

LOPES (1983) encontrou para solos sob cerrado, a predominância do Al trocável no complexo de troca, com valores máximos de saturação com Al atingindo 89,4%. Embora os valores de Al trocável para esses solos não sejam considerados exagerados, em função da extrema pobreza de bases e baixos valores para CTC efetiva, o Al trocável constitui-se numa das mais importantes limitações ao uso agrícola desses solos.

A alta capacidade de "fixação" de fósforo dos solos sob vegetação de cerrado, tem sido comprovada em vários trabalhos (LEAL & VELLOSO, 1973; WEAVER, 1974; BAHIA FILHO, 1974). Esta propriedade aliada aos valores extremamente baixos de P solúvel, têm sido considerados como limitações severas para colocação desses solos no processo produtivo.

Dependendo da cultura, e do grau de tolerância da mesma, alguns micronutrientes em solos de cerrado podem ser limitantes à produtividade das mesmas.

LOPES (1977), MALAVOLTA & KLIEMANN (1985), afirmam ser a carência de boro e zinco os micronutrientes que mais frequentemente têm restringido a produtividade nesses solos.

Não somente as partículas dos argilo minerais são responsáveis pelas cargas eletrostáticas dos solos, como também a matéria orgânica tem importância fundamental, principalmente em solos tropicais arenosos. De acordo com OVERBEEK & JONG (1979), BROADBENT & BRADFORD (1952), WILKLANDER (1964) FASSEENDER (1980), VAN RAIJ (1981, 1986), a capacidade de intercâmbio catiônico da matéria orgânica se deve principalmente aos grupos funcionais carboxílicos (COOH) e fenólicos (OH) que se encontram na periferia das moléculas de ácidos húmicos. A capacidade de troca está diretamente relacionada com o caráter anfótero da matéria orgânica e o pH do meio que irá condicionar a dissociação dos radicais orgânicos.

VAN RAIJ (1981) afirma que embora as cargas negativas da matéria orgânica sejam dependentes do pH, estas desenvolvem-se em valores de pH bem mais baixos que nas argilas e óxidos.

VAN RAIJ (1969, 1981, 1986) afirma que a caulinita apresenta valores de CTC da ordem de 5 a 10 meq/100 cm^3 , fato devido a sua baixa superfície específica, e que a CTC dos

óxidos de ferro e de alumínio, é de difícil precisão, mas provavelmente é bastante baixa, dependendo contudo da superfície específica dos materiais.

SANCHEZ (1981) relata que em solos do Kenia, encontrou-se para a caolinita 4 meq/100 g de carga total, sendo 1 meq/100 g permanente e 3 meq/100 g variáveis e que gibbssita e goetita, somente apresentaram cargas variáveis, respectivamente 5 e 4 meq/100 g, tendo sido encontrado para turfa, valores de CTC de 136 meq/100 g, dos quais 98 meq/100 g são variáveis e 38 meq/100 g são permanentes.

VAN RAIJ (1969) trabalhando com solos do Estado de São Paulo, mostrou que a matéria orgânica teve a maior contribuição para a camada superficial principalmente em solos arenosos. Neste estudo, a CTC da matéria orgânica variou de 190 a 400 meq/100 g para amostras superficiais e entre 160 à 490 meq/100 g para amostras da segunda camada, e a CTC da fração mineral variou entre 2,7 e 20 meq/100 g, e que especificamente para Latossol Vermelho Escuro fase arenosa, a CTC devida à matéria orgânica foi de 74% para o horizonte A.

Segundo FASSBENDER (1980), esta grande diferença entre as capacidades de trocas catiônicas da caolinita, dos óxidos e hidróxidos de Fe e Al, em relação à matéria orgânica, é devida à superfície específica desses colóides que irá de-

terminar a densidade de carga, ou seja, a quantidade de carga por unidade de superfície. Este mesmo autor, relata uma superfície para a caolinita de 30 m²/g e para a matéria orgânica, valores de 560 a 800 m²/g, existindo portanto uma relação direta entre presença de matéria orgânica e CTC.

Klinge¹, citado por FASSBENDER (1980) trabalhando com matéria orgânica e CTC em solos de El Salvador, observou que a forma da contribuição da fração orgânica e inorgânica do solo é equivalente a CTC desses solos e que a contribuição porcentual da matéria orgânica chega à 80% da CTC. Afirma ainda que a CTC atribuída somente à matéria orgânica apresentou a média de 135 meq/100 g.

ROEDER & BORNEMISZA (1968) calcularam a CTC de solos do Maranhão, considerando valores de 12 meq/ 100 g para caolinita e 200 meq/100 g para matéria orgânica, encontrando valores similares através de determinações analíticas.

BUOL *et alii* (1975), SANCHEZ (1981) discorrendo sobre o manejo da CTC de solos tropicais, afirma ser necessário pelo menos 4 meq/100 g para reter a maioria dos cátions contra a lixiviação. Valores maiores de CTC são contudo melhores, especialmente se os cátions trocáveis presentes são bivalentes. Segundo os mesmos autores, devido a presença

¹ KLINGE, H. Umtauschkapazität und Ionenbelag von Böden aus El Salvador. Beiträge zur Tropischen und Subtropischen Landwirtschaft und Tropen Verterrinärmedizin, 2: 141-59, 1965.

de minerais altamente intemperizados e à texturas arenosas, muitos solos tropicais têm valores de CTC efetiva menores que 4 meq/100 g, sendo que nesses solos, o aumento da CTC é um objetivo importante de manejo, podendo ser praticado através de calagem e adição de matéria orgânica.

LOPES (1983) afirma que embora seja utópico pensar em termos de aumentar o teor de matéria orgânica no solo, pois, para aumentar em 1% este parâmetro são necessárias 60 toneladas de esterco de curral por ha, é imprescindível adotar práticas de manejo que pelo menos, mantenham os níveis adequados.

Este mesmo autor estudando a correlação entre CTC efetiva e cargas elétricas negativas em Latossóis, encontrou muito boa correlação para cargas negativas líquidas, (0,989), significando que um aumento de 1 meq/100 g de cargas negativas líquidas, irá aumentar em 1 meq/100 g a CTC efetiva desses solos.

A realidade dos solos brasileiros utilizados para reflorestamento atualmente, é de apresentar, na sua grande maioria, a fertilidade condicionada ao horizonte superficial e em alguns casos, apenas há alguns centímetros (MEDEIROS, 1977; BATISTA, 1979). Por outro lado, esta delgada camada superficial não apresenta as melhores condições para mineralização da matéria orgânica aí acumulada, principalmente por estar sujeita à variações constantes de umidade e temperatura

(MEDEIROS, 1977). Porém, o que se observa é uma nítida concentração do sistema radicular dos eucaliptos nestes horizontes superficiais, a despeito do solo secar à partir da superfície, conseqüentemente, podendo os veranicos, limitar a produtividade desses sítios (MEDEIROS, 1977; BATISTA, 1979).

RIBEIRO *et alii* (1972), LOPES (1977), afirmam que em solos de cerrado, o acúmulo de matéria orgânica é resultante da baixa capacidade de mineralização observada e que a incorporação de corretivos e fertilizantes tende a aumentar essa taxa de mineralização.

Por outro lado, DATAITO (1982) afirma que a redução do teor de matéria orgânica dos Latossóis arenosos e Areias Quartzosas, através do revolvimento da camada arável acarretará uma rápida mineralização da matéria orgânica que especialmente nesses solos tem importância crítica na retenção de água e nutrientes.

Com relação à matéria orgânica do solo sob floresta de *Eucalyptus*, POGGIANI (1985) encontrou 2 vezes mais serapilheira sob plantação de pinheiros tropicais em comparação com *Eucalyptus grandis*. No entanto, após verificar a relação conteúdo de nutrientes no solo/contéudo de nutrientes na serapilheira, observou valores de 3 a 10 vezes menores para os pinheiros do que para *E. grandis*, o que permitiu concluir que a mineralização da manta orgânica foi mais eficiente sob a floresta de *Eucalyptus*.

2.2. ASPECTOS NUTRICIONAIS DO *Eucalyptus*

Apesar do gênero *Eucalyptus* ser apontado por alguns autores (HAAG et alii, 1963 e MALAVOLTA et alii, 1974) como sendo pouco exigente em nutrientes, os resultados das pesquisas realizadas por LUBRANO (1972) e ROY (1976) e um revisão ampla sobre o assunto feita por CROMER (1972) mostram que plantas desse gênero requerem a adição correta de nutrientes em solos pobres para que o desenvolvimento e a produtividade possam se equiparar às áreas mais férteis.

Alguns trabalhos referentes às exigências minerais de *Eucalyptus* foram conduzidos através do diagnóstico visual das deficiências minerais de plantas cultivadas em soluções nutritivas, com adição e com omissão de nutrientes (WILL, 1961 e 1963).

LIANI (1966) estudando a deficiência de nutrientes minerais e a absorção de P por mudas de *E. trabuttii*, forneceu esse elemento na forma radioativa e constatou que a máxima absorção de ^{32}P ocorreu em plantas inicialmente deficientes em P seguidas por aquelas carentes em K. O N foi o elemento mais importante para o crescimento das plantas. Observou também que a presença de B, Zn, Mn, Cu e Mo foi indispensável ao desenvolvimento normal das plantas.

MCCOLL & HUMPHREYS (1967), através de um experimento conduzido em casa de vegetação, observaram que mudas de *E. gumífera* requerem menos N e Ca do que mudas de *E. macu-*

lata. Concluem que as duas espécies parecem diferir quanto à capacidade de absorção de nutrientes e também quanto às exigências de N, P, Ca e possivelmente Mn do solo. Consideram que esses aspectos, aliados à competição interespecífica pelos nutrientes do solo, podem estar correlacionados com a distribuição natural das espécies na costa sul do Estado de Nova Gales do Sul, Austrália.

LUBRANO (1972) estudando a absorção e exportação de nutrientes pelo *E. globulus*, *E. ovata* e *E. viminalis*, cultivados em diferentes tipos de solos na Itália, constatou que a exportação de nutrientes com a madeira, variou entre as espécies e apresentou uma estreita relação com a taxa de crescimento das árvores, principalmente para o K e menos para o N e P. Chama a atenção de que as exportações de nutrientes pelos *Eucalyptus*, mesmo as mais elevadas, são inferiores àquelas das culturas agrícolas comuns.

SCHUTZ (1976) considera que a fertilização em florestas de *Eucalyptus* tem sido adotada como prática normal pelos silvicultores em diversos tipos de solo da África do Sul. Menciona que o *Eucalyptus* requer P juntamente com N, porém a fertilização nitrogenada não é necessária em solos anteriormente ocupados por povoamentos antigos da *Acacia*.

HAAG et alii (1976), através do estudo de análise foliar em 5 espécies de *Eucalyptus* cultivados em solos pobres do Estado de São Paulo, observaram uma correlação posi

tiva entre os teores de N, P, K, S e Fe com o volume cilíndrico de madeira produzido. Entre as espécies estudadas pelos autores, o *E. grandis* foi a que apresentou concentrações mais elevadas de N, P, K e S e maior produção de madeira.

ROCHA FILHO et alii (1978) cultivando *E. uru-phylla* em vasos de 20 litros, contendo soluções completa e com omissão de nutrientes, concluíram que a produção de matéria seca vegetal foi afetada negativamente com a omissão de N, P, K, Ca, Mg, B e Fe. O tratamento sem S foi o único que apresentou produção de matéria seca vegetal maior do que o tratamento completo. Citam que as omissões de N e Fe causaram os maiores efeitos depressivos no crescimento das plantas. Observaram que as plantas carentes em B apresentaram uma redução drástica no sistema radicular.

Aspectos das exigências minerais de *E. grandis* são relatadas por BELLOTE (1979). O autor demonstra que as maiores concentrações de nutrientes nas árvores ocorrem nas folhas, exceto para Ca, Cu e Mn. As concentrações de N, P e K diminuem com a idade, quando se comparam plantas com 1 e 7 anos, exceto para o K nas folhas. Para o Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, o comportamento varia em função da parte analisada. Entre os macronutrientes, o Ca foi o elemento mais extraído pela planta, vindo a seguir em ordem decrescente: N, K,

S, Mg e P, concordando com as afirmações de Metro & Beucorps² citados por HAAG (1963) e MALAVOLTA et alii (1974), com exceção do S, que não foi analisado. LUBRANO (1972) também observou em três espécies de *Eucalyptus* que o Ca é o elemento mais extraído do solo e o P, o menos. Ainda BELLOTE (1979) constatou que o Mn é o micronutriente mais extraído pelas árvores, seguido, em ordem decrescente de: Fe, B, Cu, Zn e Mo. O Mn foi o nutriente mais exportado pela colheita do caule em porcentagem total extraída pelas plantas, vindo a seguir e em ordem decrescente o Mo, Zn, P, Ca, Cu, B, K = S, N e Fe.

POGGIANI et alii (1980) observaram que 37% dos nutrientes estão contidos nas folhas, 10% nos galhos e 53% nos troncos de *E. grandis*, e afirmam que é inconveniente a remoção das folhas, galhos e casca do terreno por ocasião da exploração. Constataram que a concentração de nutrientes na biomassa (folhas, galhos e tronco) apresentaram-se na seguinte ordem decrescente: N, K, Ca, Mg > P, Mn, Fe, Zn e Cu.

No Estado de São Paulo, SILVA (1983), observou que de 5 espécies de *Eucalyptus* estabelecidas em solos de baixa fertilidade, *Eucalyptus grandis* foi a espécie que mais eficientemente utilizou os nutrientes P e K, em função das produtividades apresentadas, produzindo 34% a mais de biomassa e

METRO, A. & BEUCORPS, G. Fertilité, 4: 5, 1958.

utilizando 15% menos de nutrientes do que *E. saligna* que foi a segunda espécie mais produtiva em termos de eficácia de utilização de nutrientes, além de acumular mais Ca na casca.

POGGIANI (1985) estudando uma plantação de *Eucalyptus saligna* dos 7 aos 10 anos, no que diz respeito ao acúmulo de nutrientes nos componentes da biomassa, a transferência dos nutrientes ao solo pela deposição do folheto e ao total de nutrientes no perfil de 180 cm do solo, observou que P e K são os elementos mais críticos, calculando que o tempo necessário para o esgotamento dos nutrientes disponíveis no solo, admitindo-se que não ocorressem adições de nutrientes pelas chuvas, intemperismo e adubação, seria de 19,5 anos para P e 15,8 anos para K.

Este mesmo autor observou que 70% ou mais do total de nutrientes da biomassa estão contidos nos componentes: folhas, ramos e cascas, que apenas as folhas e os ramos acumulam de 30% a 40% do total de nutrientes. No que diz respeito ao P e K, o acúmulo nas folhas mais ramos e na casca, corresponde a 34% e 60% em média respectivamente.

2.3. DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA

Dentre as características que determinam a qualidade da madeira de *Eucalyptus*, destaca-se a densidade básica que é conceituada como sendo a relação entre o peso da amostra absolutamente seca e o seu volume verde, sendo obtida

em $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ou $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Essa característica é o mais simples e versátil índice para avaliação da qualidade da madeira, estando altamente correlacionada com os processos tecnológicos industriais e com as propriedades mecânicas da madeira (MITCHEL, 1964).

Tais afirmações são corroboradas por vários pesquisadores que consideram a densidade básica um importante parâmetro de qualidade da madeira, mundialmente empregado (FOELKEL et alii 1971; FERREIRA & KAGEYAMA, 1978; ZOBEL, 1978; BRASIL et alii, 1979; BARRICHELO et alii, 1983).

O estudo da variabilidade da densidade básica é de grande importância pois a tecnologia interessa um material homogêneo para obtenção de um produto de qualidade ou mesmo compatibilizar as diferentes finalidades da madeira em função de suas densidades básicas, uma vez que cada aplicação tecnológica apresenta vantagens e desvantagens quando se utiliza madeira de maior ou menor densidade básica. NAMKOONG et alii (1979), BARRICHELO & BRITO (1976), BENSON (1963), constataram que nas Angiospermas com poros difusos como nos *Eucalyptus*, a densidade básica pode ser função inversa da taxa de crescimento.

TURNBULL & PRYOR (1978) constataram variações na densidade básica da madeira em função do sítio, porém, RISSI & ZELLER (1960) afirmam que esse efeito depende da capacidade de adaptação de cada árvore.

SCHONAU (1974) estudando a densidade da madeira de *E. grandis*, em função do espaçamento e ritmo de crescimento, concluiu que a mesma é influenciada pelo ritmo de crescimento, que por sua vez é induzido pelo sítio e variação genética.

SUSMEL (1952) trabalhando com *Eucalyptus ros-trata* na região de Agro Pontino, Itália, relata que a madeira mais densa ocorreu nos solos menos férteis. O mesmo autor (1953, 1954) encontrou essa relação inversa para taxa de crescimento e fertilidade do solo em *E. camaldulensis* aos 11 anos na região de Pontine Campagnos, sendo as diferenças de densidades entre árvores de crescimento lento e rápido, maiores nos solos mais férteis.

FERREIRA et alii (1979) constataram que a densidade é função inversa do potencial de crescimento populacional. Aos menores potenciais de crescimento, associa-se a produção de madeira de maior densidade.

ELLIOT (1970) afirma ter encontrado correlação negativa entre ritmo de crescimento e a densidade de madeira

em alguns trabalhos e que em outros tal correlação revelou - se inexpressiva.

BRASIL (1972) trabalhando com densidade da madeira de *E. propinqua* aos 5 anos de idade em dois locais do Estado de São Paulo e em função do espaçamento, encontrou diferenças altamente significativas para a densidade básica, evidenciando uma correlação inversa entre ritmo de crescimento e densidade básica. Resultados semelhantes foram encontrados por BRASIL & FERREIRA (1971) para *E. alba*, *E. saligna* e *E. grandis*.

MIGLIORINI (1986) estudando a densidade básica de madeira em função de 3 níveis de produtividade, também observou que a densidade básica da madeira se mostrou inversamente proporcional ao ritmo de crescimento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL

3.1.1. Localização e histórico da área de estudo

O ensaio foi instalado em área da Cia. Suzano de Papel e Celulose, na propriedade denominada Fazenda Entre Rios, no município de Angatuba-SP, localizada nas coordenadas: 23° 16' de latitude S e 48° 26' de longitude W, a uma altitude de 670 metros.

Entre as plantações de *Eucalyptus* da Companhia, escolheram-se dois lotes comerciais que apresentaram as condições ideais para a instalação do ensaio. O lote A, com 40,64 ha, localiza-se em um Latossol Vermelho Amarelo distrófico, arenoso e o lote B, com 39,57 ha, localiza-se em Areia Quartzosa. Ambos em condições de relevo suavemente ondulado. Anteriormente a área fora ocupada com *Eucalyptus saligna* Smith, procedência de Rio Claro, cortado em 1980, aos 8 anos, com produtividade de 27,07 st/ha/ano e 18,60 st/ha/ano, respectivamente para os lotes A e B.

Atualmente o local está ocupado com *Eucalyptus*

grandis Hill ex Maiden, implantado de novembro a dezembro de 1981, após preparo de solo com grade tipo "bedding", cuja adubação foi 100 g/metro linear da formulação 06-30-06, sob o espaçamento de 3,00 x 1,5 m, e replantio em dezembro daquele ano.

3.1.2. Solo

Segundo a carta de solos da Companhia, elaborada por ALOISI (1982)³, a geologia da região é constituída predominantemente por arenitos finos de elevada homogeneidade pertencentes às formações Botucatu e Piramboia, os quais geralmente determinam a formação de solos arenosos, ácidos e de fertilidade extremamente baixa. Topograficamente, apresentam-se em relevos planos a suavemente ondulados.

O solo onde localiza-se o lote A, fora classificado como Latossol Vermelho Amarelo distrófico, textura arenosa (LVd₁). Tais solos apresentam B Latossólico com difícil diferenciação entre horizontes. São arenosos, de baixa fertilidade, sem limitações físicas à exploração do perfil, possuindo drenagem excessiva.

A seguir são apresentados os dados analíticos do perfil 168 (LVd₁) classificado por ALOISI (1982), correspondente ao lote A da área do ensaio (Tabelas 1 e 2).

³ ALOISI, R.R. *Levantamento dos solos das fazendas da Cia. Suzано de Papel e Celulose. Piracicaba, 1982. v.1 e 7. (não publicado).*

Tabela 1. Resultados da análise granulométrica de um perfil de LVd, correspondente ao lote A da área do ensaio.

Horizonte	Espessura (cm)	A R E I A (%)					Silte (%)		Argila (%)	
		M. grossa	Crossa	Média	Fina	M. fina	Total	H ₂ O	Calgon	
Ap	0 - 10	-	2,5	14,1	57,3	8,7	82,6	5,2	4,4	12,2
B21	10 - 35	0,3	2,1	12,9	56,2	8,0	79,5	4,1	4,8	16,4
B22	35 - 74	0,2	2,2	12,8	56,1	8,4	79,7	3,6	6,1	16,7
B23	74 - 148	-	1,5	11,4	57,2	8,8	78,9	4,5	8,6	16,6

Fonte: ALOISI (1982) Levantamento dos solos das fazendas da CSPC - Perfil, 168 (LVd₁)

Tabela 2. Resultados da análise química de um perfil de LVd, correspondente ao lote A da área do ensaio.

Horizonte	Espessura (cm)	pH	E . mg/100g										V (%)		
			C (%)		P O ₄ ³⁻		K ⁺		Ca ²⁺		Mg ²⁺			H ⁺	
Ap	0 - 10	5,1	4,6	1,53	0,62	0,04	0,10	2,97	1,07	6,24	4,14	11,0	37,6		
B21	10 - 35	4,9	4,6	0,89	1,34	0,02	0,04	1,19	0,27	5,52	1,46	8,32	17,5		
B22	35 - 74	4,8	4,5	0,87	1,40	0,02	0,02	1,09	0,10	6,64	1,21	1,25	13,2		
B23	74 - 148	4,7	4,4	0,21	1,10	0,01	0,01	1,07	0,07	3,36	1,15	5,61	20,5		

Fonte: ALOISI (1982) Levantamento dos solos das fazendas da CSPC - Perfil, 168 (LVd₁).

O solo onde localiza-se o lote B, fora classificado como Areia Quartzosa (AQ). Os solos com essa denominação se apresentam em relevos planos a suavemente ondulados e a sua característica maior é a elevada quantidade de areia presente, além de não possuírem horizontes inferiores de acúmulo. São de coloração clara, extremamente drenados e de fertilidade extremamente baixa.

Os dados analíticos do perfil 166 (AQ), classificado por ALOISI (1982), correspondente ao lote B da área do ensaio estão apresentados nas Tabelas 3 e 4, a seguir.

3.1.3. Clima

O clima da região, segundo o sistema de Köppen é do tipo Cfa, mesotérmico úmido, onde a temperatura média do mês mais quente é superior à 22°C, com alguns meses de inverno apresentando temperatura média inferior à 18°C, e a precipitação do mês mais seco superando 30 mm (Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas - SNPA, 1960).

A precipitação média anual é de 1.192 mm, predominando no semestre mais quente, conforme registros na região, de 1941 a 1970.

3.1.4. Espécie

Eucalyptus grandis Hill ex Maiden, de origem de Bounville - Coff's Harbour, região localizada ao

Tabela 3. Resultados da análise granulométrica de um perfil de Areia Quartzosa, correspondente ao lote B da área do ensaio.

Horizonte	Espessura (cm)	A R E I A (%)					Silte (%)		Argila (%)	
		M. grossa	Grossa	Média	Fina	M. fina	Total	H ₂ O	Calgon	
A ₁	0 - 18	-	-	29,2	43,7	12,2	85,1	3,0	5,3	11,9
A ₂	18 - 62	-	2,4	28,2	45,1	13,5	89,2	2,2	4,1	8,6
C ₁	62 - 142	-	1,1	24,1	42,0	10,8	78,0	9,1	3,8	12,9

Fonte: ALOISI (1982) Levantamento dos solos das fazendas da CSPC - Perfil, 166(AQ)

Tabela 4. Resultados da análise química de um perfil de Areia Quartzosa, corresponde ao lote B da área do ensaio.

Horizonte	Espessura (cm)	pH		C (%)	E . mg/100 g					V (%)			
		H ₂ O	KCl		Al ³⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺		H ⁺	S	CTC
A ₁	0 - 18	4,4	3,9	0,28	0,46	0,32	0,24	0,76	0,18	0,88	1,18	2,52	46,8
A ₂	18 - 62	4,1	3,8	0,39	0,27	0,06	0,04	0,12	0,09	0,24	0,25	0,76	32,9
C ₁	62 - 142	4,2	3,9	0,21	0,32	0,12	0,04	0,27	0,10	0,28	0,41	1,01	40,6

Fonte: ALOISI (1982) Levantamento dos solos das fazendas da CSPC - Perfil, 166 (AQ).

sul do Estado de New South Walles, na Austrália e procedência do interior de São Paulo, onde as sementes foram obtidas em Área de Produção de Sementes, posteriormente originando os plantios comerciais, utilizados no presente estudo.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Estabelecimento do ensaio

Para os dois solos considerados, Latossol Vermelho Amarelo distrófico textura arenosa (LVd) e Areia Quartzosa (A2), correspondentes respectivamente aos lotes A e B, estabeleceram-se 16 pontos de amostragem, sendo 8 para cada solo. Estas áreas foram também utilizadas como parcelas permanentes pelo inventário florestal contínuo, realizado periodicamente pela Companhia.

3.2.2. Amostragem e análises de solo

As amostras de solo para análise foram coletadas nas parcelas referidas no item anterior, com auxílio de trado, nas seguintes profundidades: 0 - 10 cm; 10 - 20 cm; 20 - 30 cm; 30 - 40 cm; 40 - 50 cm; 50 - 70 cm; 70 - 90 cm e 90 - 110 cm. Foram executadas duas tradagens por parcela obtendo-se duas amostras simples para cada profundidade considerada, que após homogeneizadas por profundidade, constituíram-se em uma amostra composta.

Coletou-se amostras compostas em 8 perfis para cada solo, totalizando 16 amostras compostas para os dois solos, as quais foram acondicionadas em sacos plástico e transportadas para laboratório de análise. Após secas ao ar, as amostras foram destorroadas e passadas através de peneiras com malhas de 2 mm, sendo efetuadas as seguintes determinações físicas:

- análise granulométrica: foi realizada pelo método da pipeta, tendo como agente dispersante o hexametáfosfato de sódio, a 5% (Calgon) (KILMER & ALEXANDER, 1949);
- densidade aparente: foi determinada pelo método do balão volumétrico e a densidade real com álcool etílico;
- porosidade total: foi obtida empregando-se a expressão: $(1 - \frac{D_s}{D_p}) 100$.
onde: D_s = densidade do solo
 D_p = densidade das partículas
- tensão de umidade: a 1/3 de atmosfera e a 15 atmosferas, correspondendo aproximadamente à capacidade de campo (CC) e ao ponto de murchamento permanente (PMP) respectivamente, foi determinada pelo método da panela de pressão.

As análises químicas de solo foram realizadas segundo as normas preconizadas por VAN RAIJ & QUAGGIO (1983), constituindo-se nas determinações de:

- **matéria orgânica:** foi determinada pelo método Walkley & Black, citados por VAN RAIJ & QUAGGIO (1983), digestão em $K_2Cr_2O_7$ e H_2SO_4 ;
- **pH:** foi determinado em solução de $CaCl_2$ 0,01M. Acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$), determinada através do acetato de cálcio;
- **teores de P, Ca, Mg e K:** determinados através da transferência destes elementos da amostra para resina trocadora de íons em meio aquoso e separação da resina e extração dos elementos com solução ácida de cloreto de sódio;
- **soma de bases:** determinada por $S = Ca + Mg + K$;
- **capacidade de troca catiônica:** representada por:
 $CTC = S + H + Al$;
- **saturação de bases:** representada por $V = 100 S/T$;
- **saturação com Al:** representada por $m = \left(\frac{Al}{S + Al} \right) 100$.

Com a finalidade de qualificar a mineralogia de argila dos solos, efetuou-se a difratogrametria de Raios-X de 8 amostras de cada unidade de solo, na profundidade de 50 - 70 cm.

O método empregado constou de: dispersão dos colóides do solo com NaOH e agitação mecânica, em "Stirrer",

separação da fração menor que 2,0 mm em centrífuga; saturação das amostras com K^+ ; preparo das lâminas com argila orientada por pressão e difratogramas obtidos em difratômetro HZG4/3.

3.2.3. Amostragem e análises foliares

Utilizou-se 5 árvores por parcela, sendo que para cada uma retirou-se aproximadamente 50 g de folhas maduras localizadas no terço superior da copa, orientadas no sentido dos pontos cardiais. Procurou-se obter folhas de mesma idade fisiológica e localizadas no mesmo ponto de inserção do caule.

Posteriormente as amostras foram homogeneizadas, onde obteve-se 1 amostra composta por 5 amostras simples para cada parcela (EVENHUIS & WARD, 1980). Com este critério foram obtidas 40 amostras simples que constituíram-se em 8 amostras compostas, representando cada solo. No total, foram obtidas 80 amostras simples que originaram 16 amostras compostas.

O material foi acondicionado em sacos plásticos abertos, e levados rapidamente para laboratório. No laboratório as folhas foram lavadas com solução diluída de detergente, 0,05 N de HCl e água desmineralizada.

Após evaporação da umidade externa à temperatura ambiente, foram postas em estufa com circulação forçada de ar a 75°C. Ao atingir-se peso constante, o material foi moí-

do e analisado para N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, de acordo com a metodologia proposta por SARRUGE & HAAG (1974), sendo as determinações realizadas conforme a descrição sucinta a seguir:

- N: determinado através de destilação e titulação, após digestão úmida sulfúrica
- P: determinado por colorimetria após a digestão perclórica
- K: determinado por fotometria de chama após digestão nítrica perclórica
- Ca; Mg; Cu; Fe; Mn e Zn: foram determinados por espectrometria de absorção atômica, após digestão nítrica perclórica
- S: determinado através de método indireto pela dosagem de Ba por espectrometria de absorção atômica, após digestão nítrica perclórica
- B: determinado por colorimetria utilizando-se azometina após digestão seca seguida de encineração.

3.2.4. Amostragem para densidade básica da madeira e sua determinação.

Em cada parcela escolheram-se 5 árvores ao acaso, desde que não fossem dominadas ou próximas de falhas, para amostragem destinada à determinação da densidade básica da madeira.

As árvores foram abatidas e em seguida retirou-se de cada árvore um segmento do fuste, correspondente a um disco de 5 cm de espessura, localizado na metade da altura comercial de cada árvore, segundo método sugerido por BUSNARDO et alii (1987).

Foram obtidos 5 discos por parcela, portanto, 40 discos para cada solo, totalizando 80 discos para todo o ensaio. O material foi acondicionado em sacos plásticos abertos e remetidos ao laboratório.

A determinação da densidade básica da madeira a partir dos discos, foi efetuada segundo as normas de ensaio da Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel - ABCP M14/70, e utilizou-se da seguinte expressão:

$$db = PS / (Pu - PI)$$

onde: db = densidade básica média do disco

PS = peso do disco de madeira seco em estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$

Pu = peso do disco de madeira úmido saturado

PI = peso do disco de madeira imerso

3.2.5. Levantamento dendrométrico

O levantamento dendrométrico da área de estudo foi obtido através do inventário florestal contínuo realizado pela Companhia, através do procedimento recomendado por BASTOS (1984), onde as parcelas permanentes são polígonos retangulares de 600 m² de área, as quais encerram cerca de 100 árvores. O número de parcelas por lote foi estabelecido previamente através de suficiência de amostragem. Para o presente caso utilizaram-se 8 parcelas para cada lote.

As avaliações são anuais, a partir do terceiro ano do plantio da floresta.

Os parâmetros utilizados no presente estudo foram: diâmetro à altura do peito (DAP) de todas as árvores da parcela; altura total de 20 árvores, e porcentual de falhas em cada parcela.

De posse desses dados calculou-se o DAP médio, a altura média, altura média das dominantes, porcentual médio de falhas de plantio.

Em seguida calculou-se o incremento médio anual (IMA) em estêreos de madeira com casca por hectare e por ano.

Através de equações volumétricas empregadas pela Empresa (BASTOS, 1984), estimou-se o volume de madeira empilhada com casca, em estêreos por hectare.

3.2.6. Análise estatística

Para efeito de comparação dos parâmetros dendrométricos médios obtidos em função dos solos, utilizou-se o teste "t" não pareado, conforme sugestão de COUTO (1979).

Este mesmo teste foi usado para comparar os resultados analíticos dos solos e das determinações foliares.

A comparação das médias para densidade básica da madeira foi feita através da aplicação de análise de variância simples.

4. RESULTADOS

São apresentadas, a seguir, as Tabelas de 5 a 12, contendo os resultados médios obtidos para as análises de solo e foliar, levantamento dendrométrico e densidade básica da madeira.

São também apresentadas as Figuras 1 e 2, correspondentes aos difratogramas de Raios-X, dos solos estudados, obtidos em uma varredura de 5° ($d = 20,5 \text{ \AA}$) a 40° ($d = 2,6 \text{ \AA}$) em velocidades de $2^{\circ} 2\theta/\text{min}$. ($\text{\AA} = \text{angstroms}$).

onde:

d = distância entre planos atômicos (interplanar), específica para cada mineral

θ = ângulo de Bragg ou complemento do ângulo de incidência do feixe de Raios-X.

Tabela 5. Resultados médios das análises químicas efetuadas para o Latossol Vermelho Amarelo distrófico textura arenosa (LVd).

Profund. (cm)	pH	MO (%)	P (resina) $\mu\text{g}/\text{cm}^3$	meq/100 cm^3						%	
				Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	$(\text{H}^+ + \text{Al}^{3+})$	S	T	V	m
0 - 10	3,83	2,16	4,06	0,03	0,09	1,51	3,92	0,15	4,07	3,88	90,75
10 - 20	3,89	1,83	2,75	0,02	0,06	1,30	3,84	0,11	3,96	3,12	92,0
20 - 30	3,94	1,53	2,24	0,02	0,06	1,14	3,37	0,13	3,51	3,75	90,12
30 - 40	3,97	1,48	1,85	0,01	0,05	1,08	2,98	0,05	3,11	1,77	91,52
40 - 50	4,00	1,28	1,29	0,01	0,04	1,04	2,76	0,06	2,82	2,37	94,12
50 - 70	4,04	1,24	1,19	0,01	0,007	0,96	2,54	0,07	2,61	2,62	93,62
70 - 90	4,06	1,15	1,11	0,01	0,05	0,89	2,29	0,08	2,44	3,50	91,37
90 - 110	4,07	1,11	1,02	0,01	0,04	0,85	2,19	0,08	2,26	3,37	91,75

MO = matéria orgânica

S = soma de bases trocáveis

T = capacidade de troca catiônica

V = saturação com bases trocáveis

m = saturação com Al trocável

Tabela 6. Resultados médios das análises físicas efetuadas para o Latossol Vermelho Amarelo distrófico textura arenosa (LVd).

Profund. (cm)	AREIA (%)		Total	Silte (%)	Argila (%)	Porosidade (%)	g/cm ³		T. umidade (%)	
	Grossa	Fina					dp	ds	1/3 atm	15 atm
0 - 10	40,94	45,26	86,22	1,97	11,76	42,86	2,80	1,60	5,55	2,89
10 - 20	39,52	45,35	84,71	2,91	12,43	40,07	2,67	1,60	4,92	2,94
20 - 30	39,60	43,97	83,57	2,82	13,90	39,16	2,63	1,60	5,43	3,13
30 - 40	39,70	43,51	83,21	2,51	14,36	41,95	2,67	1,55	6,61	3,32
40 - 50	38,02	44,02	82,05	2,21	15,64	40,07	2,67	1,60	4,76	3,44
50 - 70	38,21	43,66	81,87	3,05	14,97	40,74	2,70	1,60	4,66	3,29
70 - 90	38,34	42,65	80,99	2,42	16,44	43,82	2,67	1,50	5,49	3,86
90 - 110	39,16	41,41	80,66	2,99	16,55	44,44	2,70	1,50	6,84	3,92

dp = densidade da partícula

ds = densidade do solo

Tabela 7. Resultados médios das análises químicas efetuadas para o solo Areia Quartzosa (AQ).

Profund. (cm)	pH (%)		µg/cm ³		meq/100 cm ³						V		m	(%)
	(CaCl ₂)	MO	P (resina)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H ⁺ + Al ³⁺)	S	T	T	V		
0 - 10	3,80	1,66	3,01	0,03	0,06	0,11	1,26	2,84	0,20	3,04	4,85	86,37		
10 - 20	3,86	1,36	2,18	0,02	0,06	0,07	1,02	2,69	0,15	2,84	3,57	88,37		
20 - 30	3,85	1,34	1,38	0,01	0,01	0,04	0,94	2,35	0,15	2,44	4,25	90,75		
30 - 40	3,82	1,17	1,30	0,02	0,08	0,05	0,91	2,25	0,15	2,05	4,12	86,87		
40 - 50	3,90	1,10	0,76	0,02	0,02	0,05	0,94	2,20	0,09	2,28	3,87	91,50		
50 - 70	3,90	1,05	0,47	0,01	0,005	0,04	0,92	2,11	0,05	2,16	2,62	94,37		
70 - 90	3,92	0,99	0,35	0,01	-	0,02	0,85	1,93	0,04	1,96	2,0	95,87		
90 - 110	3,95	0,92	0,40	0,01	-	0,01	0,90	1,82	0,03	1,84	1,75	97,37		

MO = matéria orgânica

S = soma de bases trocáveis

T = capacidade de troca catiônica

V = saturação com bases trocáveis

m = saturação com Al trocável

Tabela 8. Resultados médios das análises físicas efetuadas para o solo Areia Quartzosa (AQ).

Profund. (cm)	AREIA (%)			Total	Silte (%)	Argila (%)	Porosidade (%)	g/cm ³		T. Umidade (%)	
	Grossa	Fina	Total					dp	ds	1/3 atm.	15 atm.
0 - 10	44,61	39,21	86,82	3,99	9,19	40,74	2,70	1,60	5,96	4,45	
10 - 20	43,75	44,40	88,15	3,60	8,25	38,46	2,60	1,60	6,44	4,45	
20 - 30	42,27	45,92	88,20	3,89	7,91	38,46	2,60	1,60	6,99	5,20	
30 - 40	42,21	44,90	87,15	3,86	8,99	38,27	2,43	1,50	7,69	5,20	
40 - 50	42,26	44,37	86,36	4,14	9,52	36,76	2,53	1,60	7,09	5,14	
50 - 70	40,70	43,59	84,40	5,51	10,09	37,74	2,57	1,60	4,43	3,33	
70 - 90	41,11	42,75	83,74	4,76	11,50	40,74	2,70	1,60	6,42	5,08	
90 - 110	41,11	41,91	83,02	4,89	12,09	48,27	2,90	1,60	6,34	5,39	

dp = densidade da partícula
ds = densidade do solo

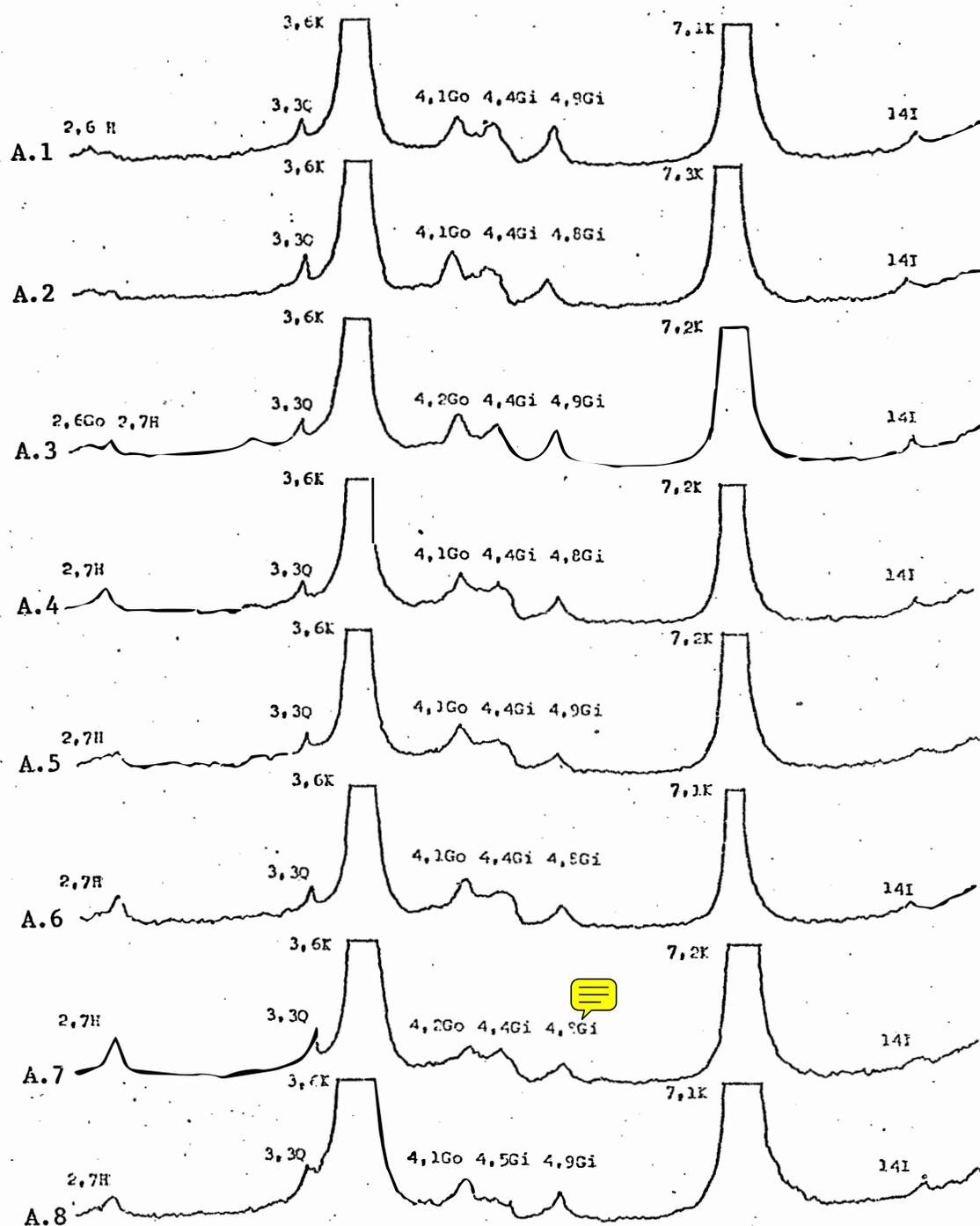


Figura 1. Difractogramas referentes a 8 amostras de LVD à 50-70 cm. Os picos correspondentes à caolinita foram segmentados em seus terços superiores, para melhor disposição.

A = amostra; Gi = gibbissita; Go = goetita; H = hematita; I = interestratificado; K = caolinita; Q = quartzo.

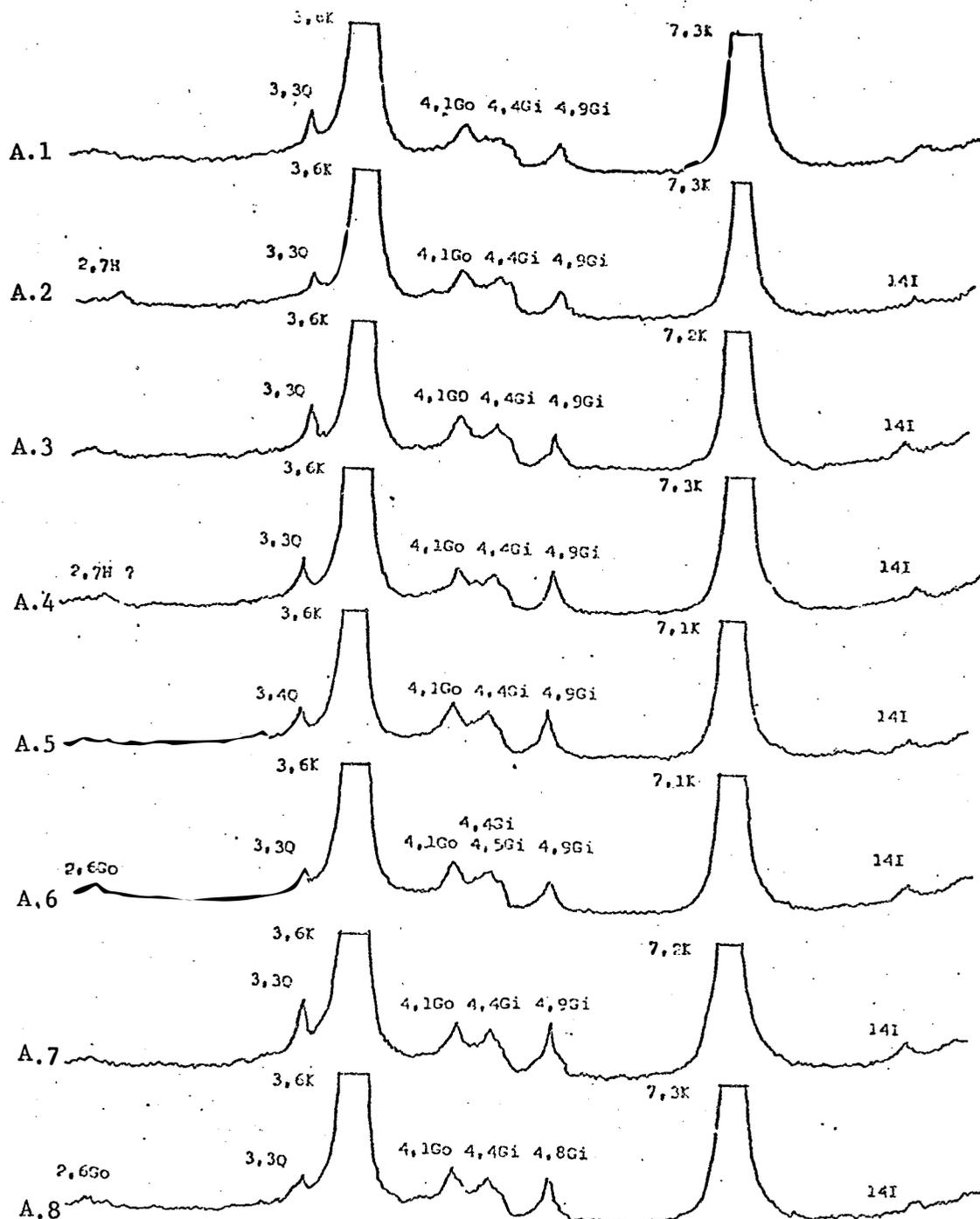


Figura 2. Difractogramas referentes a 8 amostras de AQ ã 50-70 cm. Os picos correspondentes ã caolinita foram segmentados em seus terços superiores, para melhor disposição.

A = amostra; Gi = gibbisita; Go = goetita; H = hematita; I = interestratificado; K = caolinita; Q = quartzo.

Tabela 9. Resultados médios das análises foliares de macro e micronutrientes em *E. grandis* aos 5 anos plantado em LVd e AQ.

Solo	(%)						(ppm)				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
LVd	2,19	0,11	0,58	0,43	0,24	0,13	18,25	12,62	62,62	386,37	9,50
AQ	2,09	0,12	0,47	0,52	0,26	0,13	15,75	4,87	147,25	280,5	7,87

Tabela 10. Resultados do levantamento dendrométrico em plantios de *E. grandis* aos 5 anos sobre LVd e AQ e comparação estatística das médias através do teste "t" não pareado.

Parâmetros	LVd		AQ		Comparação teste "t"	Nível de significância
	Média	Desvio	Média	Desvio		
DAP	11,34	0,51	10,32	0,48	4,10	**
HTOT	19,59	0,76	18,16	1,28	2,83	*
VEMP	240,46	17,60	202,23	24,00	3,63	**
IMA	48,90	3,58	41,12	4,88	3,63	**
Falhas (%)	11,15	3,25	7,46	3,08	2,32	n.s.
H DOM	23,46	0,68	21,23	1,59	3,62	**

** = altamente significativo

* = significativo

n.s. = não significativo

DAP = diâmetro à altura do peito (cm)

HTOT = altura total (m)

VEMP = volume empilhado (st com casca/ha aos 5 anos)

IMA = incremento médio anual (st com casca/ha/ano)

H DOM = altura das árvores dominantes (m)

Tabela 11. Valores médios da densidade básica (db) da madeira de *E. grandis* aos 5 anos plantado em LVd (Lote A) e AQ (Lote B).

Parâmetros	LVd	AQ
db média (g/cm ³)	0,462	0,468
desvio padrão	0,0275	0,0276
coeficiente de variação	5,95	5,90

Tabela 12. Análise da variância de densidade básica da madeira de *E. grandis* aos 5 anos em LVd (Lote A) e AQ (Lote B).

CV	GL	F
solo	1	0,94 n.s.
resíduo	78	
Total	79	

n.s. = não significativo

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1. ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS DOS SOLOS

Os resultados médios das análises químicas e físicas dos solos, foram comparados estatisticamente através do teste "t" não pareado.

A Tabela 13 apresenta os valores encontrados para as variáveis analisadas, que diferiram estatisticamente entre os solos estudados.

O índice pH em CaCl_2 para os dois solos, revelou-se extremamente baixo pela interpretação de VAN RAIJ (1981), que considera limites mínimos a partir de pH igual a 4,3.

Segundo QUAGGIO (1983) o pH em CaCl_2 é o que fornece melhores correlações para fins agrícolas. Para os dois solos, o pH não diferiu estatisticamente até 30 - 40 cm, observando-se uma tendência de elevação em profundidade, para os dois solos, como esperado. A partir daquela profundidade, os dados diferem estatisticamente, sendo LVd, ligeiramente menos ácido que AQ sem, no entanto, modificar o caráter da extrema acidez observada, que situam-se próximos aos limites

Tabela 13. Variáveis dos solos LVd e AQ que diferiram estatisticamente através da aplicação do teste "t" não pareado.

Profund. (cm)	Parâmetros	S O L O S				Comparação teste "t"	Nível de significância
		LVd		AQ			
		Média	Desvio	Média	Desvio		
0 - 10	MO	2,16	0,35	1,66	0,31	2,95	*
	K	0,04	0,05	0,02	0,006	2,57	*
	Al	1,51	0,26	1,17	0,15	3,16	*
10 - 20	MO	1,83	0,35	1,36	0,15	3,50	**
	Argila	12,43	1,00	8,25	1,55	6,40	**
	Areia t.	84,71	1,65	88,15	1,22	4,73	**
	CTC	3,95	1,11	2,84	0,43	2,64	*
	Al	1,30	0,18	1,03	0,13	3,34	*
	H + Al	3,84	1,11	2,69	0,39	2,74	*
20 - 30	CTC	3,50	0,83	2,44	0,15	3,51	**
	Argila	13,90	0,79	7,91	1,12	12,28	**
	Areia t.	83,57	1,30	88,20	1,56	6,41	**
	Al	1,15	0,11	0,94	0,11	3,86	**
	H + Al	3,37	0,80	2,34	0,18	3,51	**
	MO	1,53	0,24	1,34	0,14	2,87	*
30 - 40	Argila	14,36	1,43	8,98	1,24	8,01	**
	Areia t.	83,2	1,32	87,15	2,57	4,08	*
	MO	1,48	0,23	1,17	0,08	2,95	*
	CTC	3,10	0,58	2,37	0,15	3,45	*
	H + Al	2,99	0,62	2,26	0,19	3,30	*
	pH	3,97	0,07	3,87	0,08	2,49	*
	K	0,011	0,003	0,017	0,004	3,03	*
	Al	1,08	0,11	0,91	0,12	2,79	*
40 - 50	Argila	15,63	1,37	9,52	1,90	7,35	**
	Areia t.	82,05	1,32	86,23	1,59	5,71	**
	CTC	2,82	0,60	2,28	0,19	2,38	*
	K	0,010	0,00	0,016	0,005	3,41	*
	H + Al	2,76	0,59	2,19	0,19	2,52	*
	pH	4,00	0,76	3,83	0,08	2,82	*
	H ₂ O disp.	3,95	0,06	8,96	0,48	16,7	*(F)
50 - 70	Argila	14,97	1,25	10,08	1,99	5,85	**
	pH	4,03	0,05	3,90	0,07	4,24	**
	CTC	2,63	0,48	2,16	0,19	2,53	*
70 - 90	Argila	14,63	0,99	11,50	1,57	7,1	**
	pH	4,06	0,05	3,92	0,11	3,08	*
	S. bases	0,083	0,04	0,037	0,20	2,50	*
	Sat. Al	91,37	4,71	95,87	2,41	2,40	*
	H ₂ O disp.	4,05	0,06	8,51	0,14	29,73	*
90 - 110	S. bases	0,077	0,031	0,026	0,02	3,60	**
	Argila	16,55	1,66	12,08	1,67	5,34	**
	Sat. Al	91,75	3,53	97,37	2,72	3,56	**
	CTC	2,26	0,36	1,84	0,08	3,13	*
	Mg	0,04	0,028	0,013	0,020	2,87	*
	H + Al	2,18	0,36	1,82	0,10	2,75	*
	pH	4,07	0,07	3,95	0,09	3,03	*
	H ₂ O disp.	4,05	0,06	8,51	0,14	29,73	*(F)

* significativo

** altamente significativo

*(F) significativo pelo teste F

inferiores observados por LOPES (1983) para pH em KCl N nos cerrados.

A matéria orgânica, até 30 cm de profundidade para LVd e até 10 cm para AQ, revelou-se com teores médios, ou seja, acima de 1,5% pela interpretação de LOPES (1983), de crescendo progressivamente com a profundidade.

Até 30 - 40 cm, LVd mostrou-se estatisticamente superior em matéria orgânica em relação à AQ. Entretanto, à 10 - 20 cm, a diferença foi considerada altamente significativa. Tais resultados, com relação à LVd, são maiores do que aqueles relatados por VAN RAIJ (1969) para Latossol Vermelho-Escuro - fase arenosa no Estado de São Paulo

Fósforo extraído com resina trocadora de íons, tem-se revelado o método mais satisfatório para se estimar o nível de P lábil do solo (VAN RAIJ, 1981). Pela interpretação sugerida por este mesmo autor, os níveis de P para os dois solos, são considerados muito baixos. A condição de pobreza em P, se agrava para ambos, à partir de 10 cm de profundidade, onde os níveis de P vão-se reduzindo progressivamente ao longo dos perfís. (Tabela 5 e 7). O teor de P não diferiu estatisticamente para os solos estudados, ocorrendo o mesmo com o cálcio trocável.

Magnésio trocável apresentou-se significativamente superior em LVd quando comparado à AQ, somente à profundidade de 90 - 110 cm.

Potássio trocável revelou superioridade significativa para LVd em relação à AQ à profundidade de 0 - 10 cm, ocorrendo o inverso às profundidades de 30 - 40 e 40 - 50 cm.

Cálcio e magnésio trocáveis, igualmente apresentaram-se aquém dos valores limites considerados muito baixos, pela interpretação de VAN RAIJ (1981). Os valores para Ca^{2+} e K^+ , estão abaixo daqueles considerados médios por LCPES (1983) para solos de cerrado, enquanto que Mg^{2+} situou-se próximo aos valores médios encontrados por aquele autor.

A soma de bases trocáveis (S), revelou-se inferior para LVd em relação à AQ, de forma significativa somente a 70 - 90 cm e altamente significativa a 90 - 110 cm de profundidade, demonstrando que nas camadas superiores dos solos estudados, não houve diferenças para aquele parâmetro. Estes fatos, aliados à superioridade em K^+ revelada por AQ em algumas profundidades (30 - 40; 40 - 50 cm), são contraditórios, uma vez que LVd teria conceitualmente mais bases trocáveis.

Este fato, pode ter sua explicação na possibilidade desses nutrientes terem sido extraídos pelo *E. grandis*, que em LVd apresentou maior produtividade, conseqüentemente reduzindo a concentração de bases naquele solo.

A literatura cita as bases trocáveis do solo como mais extraídas e mais exportadas pela cultura do *Eucalyptus*, como BELLOTE (1979), que constatou ser Ca^{+2} o nu-

triente mais exportado por *E. grandis*, seguido por N, K, S, Mg e P, são concordantes com Metro & Beaucorps, citados por HAAG et alii (1963) e MALAVOLTA et alii (1974), com exceção de S.

POGGIANI (1980) relatou a presença dos nutrientes na biomassa de *E. grandis* por ordem decrescente: N, K, Ca, Mg > P. SILVA (1983) observou que o aumento da biomassa em *E. grandis* provocou acúmulo de nutrientes ali imobilizados.

A concentração das raízes dos *Eucalyptus* nos horizontes superiores do solo é indicativo da maior demanda por nutrientes estar condicionada àqueles sítios, como afirmam JACOBS (1955), GIORDANO (1969), INCOLL (1979) e NAMBIAR (1981). Este fato, aliado a alta extração de bases pelo *E. grandis*, futuramente poderá vir a ser limitante, embora atualmente não tenha afetado o desenvolvimento.

A adição de bases ao solo, além dos efeitos desejáveis decorrentes do aumento direto no solo, indiretamente minimizaria a participação do alumínio e manganês trocáveis, através do aumento do pH, elevando conseqüentemente a CTC, que nesses solos tem carga predominantemente dependente de pH (KENG & UEHARA, 1974; SANCHEZ, 1981).

O alumínio trocável apresentou-se com nível alto nos dois solos, segundo os parâmetros de LOPES (1983), que considera valores acima de 1,0 meq/100 cm³, como altos.

O LVd revelou superioridade significativa em Al^{3+} , de 0 - 40 cm, sendo altamente significativo à 20 - 30 cm de profundidade, quando comparado com AQ, possivelmente reflexo da maior CTC verificada em LVd naquelas profundidades.

Verificou-se comportamento semelhante para H e Al trocáveis, onde os dados revelaram superioridade de LVd em relação à AQ, de 0 - 50 cm e à 90 - 110 cm de profundidade. Igualmente, atribui-se à maior CTC de LVd como a responsável pela retenção desses cátions no complexo de troca.

VAN RAIJ (1981) afirma que a presença de H livre (acidez ativa) é insignificante do ponto de vista de troca iônica para fins de fertilidade e que o H correspondente à acidez potencial ($H + Al$) não participa de reações de troca, portanto, as posições de troca passam a ser ocupadas predominantemente pelo Al trocável em solos semelhantes aos estudados.

A predominância de saturação com Al no complexo de troca foi significativa para os dois solos, permanecendo relativamente constante para LVd, ao longo do perfil examinado. Para AQ, constatou-se tendência de aumento dos valores em profundidade. Estatisticamente a saturação com Al diferiu de 70 - 110 cm de profundidade, apresentando maiores valores para AQ quando comparado com LVd.

A capacidade de troca catiônica do LVd revelou-se, até 20 cm de profundidade, dentro dos limites mínimos

propostos por BUOL *et alii* (1975) e SANCHEZ (1981), de 4,0 meq/100 g.

O mesmo não ocorreu com AQ, onde a CTC verificada ficou abaixo daquele valor, porém com evidente atividade, até 20 cm de profundidade. A partir daí, os níveis reduzem-se progressivamente ao longo do perfil, embora para os dois solos os maiores valores tenham sido constatados nos primeiros 10 cm, sem contudo, diferirem estatisticamente nesta profundidade, permitindo afirmar que a CTC de interesse agrícolas nesses solos está condicionada aos horizontes superficiais dos mesmos.

Na profundidade examinada, a CTC somente não diferiu estatisticamente à 0 - 10 cm e à 90 - 110 cm, sendo que à 20 - 30 cm, apresentou diferença altamente significativa. Todas as diferenças observadas quanto à CTC, demonstraram a superioridade do LVd em relação à AQ.

Para os separados do solo, a fração argila demonstrou tendência de aumento em profundidade para os dois solos, cujos valores médios foram: 11,76% de 0 - 10 cm, até 16,55% de 90 - 110 cm. para LVd. Em AQ, a variação foi de 9,19% de 0 - 10 cm, até 12,09% à 90 - 110 cm.

Aparentemente pequenas, estas diferenças em argila revelaram-se altamente significativas com exceção da camada de 0 - 10 cm, demonstrando que LVd é mais argiloso que AQ. Este resultado confirma também a classificação anterior-

mente realizada na área, onde o teor de argila fora usado como critério de identificação dos solos.

Conseqüentemente, AQ apresentou-se mais arenoso que LVd em níveis altamente significativos, de 10 - 50 cm, indicando que em profundidade, areia total é igual para os dois solos.

A reduzida presença de argila, além do predomínio de caolinita revelado pelas Figuras 1 e 2, indicam baixa atividade de carga, na fração mineral desses solos. A atividade de carga eletrostática da caolinita não excede a 10 meq/100 cm³, permanecendo em torno de 4 meq/100 cm³ como valor médio (ROEDER & BORNEMISZA, 1968; FASSBENDER, 1980; SANCHEZ, 1981; VAN RAIJ, 1981). Estes mesmos autores constataram atividades de carga para a matéria orgânica podendo chegar até 400 meq/100 cm³, entretanto, 100 meq/100 cm³ é aceito como valor médio. Percebe-se portanto, que a matéria orgânica tem participação decisiva no complexo de troca desses solos, onde um aumento de 30% de matéria orgânica para LVd em relação à AQ, correspondeu a aumento da CTC, na mesma ordem de grandeza para LVd.

VAN RAIJ (1969), encontrou para Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa, no Estado de São Paulo, 74% da CTC de 0 - 17 cm atribuída à matéria orgânica e 59% de participação na profundidade de 74 - 114 cm. No presente estudo, a despeito da argila aumentar em profundidade, paralelamente a CTC

diminui, tornando evidente a participação predominante da matéria orgânica, onde nos horizontes superiores os dois parâmetros são os maiores.

As tensões de umidade a 1/3 e 15 atm, revelaram para os dois solos baixíssima capacidade de retenção de água disponível entre as mesmas. LVd apresentou valores significativamente maiores de água disponível em relação à AQ, nas profundidades 40 - 50 cm; 70 - 110 cm, o que pode ser atribuído ao maior teor de argila naquele solo que aumenta em profundidade. No entanto, nos horizontes superiores, a água disponível naquelas tensões não diferiu, estando aquém daqueles relatados por LOPES (1977), para tensões à 1/10 e 15 bar em solos de cerrado com menos de 18% de argila. Este mesmo autor, admite que nesses solos, a capacidade de campo seja atingida a baixas tensões como 1/10 e 1/7 bar, e que a altas tensões praticamente não há água disponível, dado a rapidez com que esta se move sob forças gravitacionais.

5.2. DIFRAÇÃO COM RAIOS-X

Através dos difratogramas apresentados nas Figuras 1 e 2, correspondentes aos solos LVd e AQ, pode-se observar a ocorrência dos minerais: caolinita ocorrendo nos picos; $3,6 \text{ \AA}^\circ$ e $7,1 \text{ \AA}^\circ$ à $7,3 \text{ \AA}^\circ$; goetita em $2,6 \text{ \AA}^\circ$ e $4,1 \text{ \AA}^\circ$ a $4,2 \text{ \AA}^\circ$; gibbsita em $4,4 \text{ \AA}^\circ$ a $4,5 \text{ \AA}^\circ$ e $4,8 \text{ \AA}^\circ$ à $4,9 \text{ \AA}^\circ$; quartzo em $3,3 \text{ \AA}^\circ$ a $3,4 \text{ \AA}^\circ$; hematita em $2,6 \text{ \AA}^\circ$ à $2,7 \text{ \AA}^\circ$ e minerais interestratificados aos picos de 14 \AA° .

Os resultados revelam que os dois solos estudados são essencialmente caoliníticos, fato já esperado, uma vez tratar-se de ambientes tropicais em condições de drenagem excessiva, arenosos e localizados em superfícies geomorfológicas bastante antigas.

Como óxido de ferro secundário, observou-se predomínio de goetita que em alguns casos está associada à hematita.

No caso do solo AÇ, com exceção das amostras 2 e 4, a hematita não foi detectada.

Não considerando as amostras 5 (LVd) e 1 (AÇ), nas demais, aparecem minerais interestratificados em pequena quantidade.

O quartzo detectado, pode ter origem também da fragmentação de frações maiores presentes na amostra, uma vez que o método de agitação utilizado constou de "Stirrer" com hélices de aço.

Excluindo-se a maior ocorrência de hematita em LVd, a mineralogia dos dois solos é bastante semelhante.

5.3. ANÁLISES FOLIARES

Os teores foliares de macro e micronutrientes apresentados na Tabela 14, estão dentro de uma mesma faixa quando comparados com resultados obtidos para essa espécie

com idades e condições de solo e clima semelhantes, como aqueles relatados por HAAG *et alii* (1976) e SILVA (1983).

A diagnose foliar em *Eucalyptus* é recente, inexistindo praticamente a definição de níveis críticos, tornando difícil associar as produtividades obtidas com os teores foliares, principalmente quando não se observa sintomas visuais evidentes, como no presente estudo.

EVENHUIS & WAARD (1980), afirmam que a utilização de análise foliar como critério diagnóstico se baseia na existência de uma relação significativa entre o suprimento de nutrientes e os níveis dos elementos, e que aumentos ou decréscimos nas concentrações se relacionam com produções mais altas ou mais baixas. Entretanto, apesar de *E. grandis* ter maior produtividade em LVd que em AQ, tal fato não se refletiu nos níveis foliares encontrados. Em situações semelhantes, PRITCHETT (1979) atribuiu ao "efeito de diluição", a provável explicação para o ocorrido.

A Tabela 14, apresenta os valores para macro e micronutrientes foliares que diferenciam estatisticamente através da aplicação do teste "t" não pareado.

Tabela 14. Nutrientes foliares em *E. grandis* aos 5 anos em LVd e AQ, que diferiram estatisticamente pelo teste "t" não pareado.

Nutrientes	S O L O				Comparação teste "t"	Nível de significância
	LVd		AQ			
	Média	Desvio	Média	Desvio		
Ca (%)	0,43	0,03	0,52	0,03	2,90	*
B (ppm)	18,25	1,03	15,75	1,28	4,29	**
Cu (ppm)	16,62	5,23	4,87	3,79	3,38	*

(%) transformadas em $\sqrt{x + 0,5}$

* significativo

** altamente significativo

Pela Tabela 14 percebe-se que B e Cu apresentam maiores concentrações foliares em *E. grandis* sobre LVd, o inverso ocorrendo para Ca.

BATAGLIA & DECHEN (1986) discorrendo sobre diagnose foliar, observaram que situações bem definidas são raras em condições de campo, porque normalmente ocorrem interações com outros nutrientes, de tal sorte que sob deficiência moderada, a concentração de nutrientes na planta permanece, apesar da crescente disponibilidade.

A presença de B e Cu foliares em maiores concentrações na floresta sobre LVd, pode ser atribuída ao maior teor de matéria orgânica naquele solo (VIETS, 1962; MALAVOLTA et alii, 1974; LINDSAY, 1978).

O teor foliar de Ca encontrado na floresta de *E. grandis* plantada em AQ, foi significativamente maior que aquele em LVD. Este fato pode estar refletindo que a maior produtividade observada em LVD, não haja correspondência em suprimento daquele nutriente, conforme discutido em itens anteriores. Entretanto, como o Ca é um nutriente que não se redistribui nos tecidos vegetais, teoricamente sintomas visuais refletindo deficiência desse nutriente, seriam notados em folhas jovens, fato que não ocorreu.

5.4. LEVANTAMENTO DENDROMÉTRICO

Como pode ser observado na Tabela 10, DAP, volume empilhado, incremento médio anual, e altura das árvores dominantes, foram superiores no plantio de *E. grandis* sobre LVD, quando comparado com AQ. Com exceção da altura, que apresentou valores significativos, os demais parâmetros demonstraram superioridades altamente significativas. Não houve diferença estatística para a porcentagem de falhas.

Volume empilhado por unidade de área, para *E. grandis* em LVD, revelou ser 20% superior no plantio com a espécie em AQ, demonstrando que os dois solos, embora semelhantes, revelaram produtividades diferentes.

O fato confirma que o critério adotado para

classificar esses solos, revelou-se suficiente para o estabelecimento de um zoneamento a nível de propriedade, tendo em vista plantios de *E. grandis* em condições semelhantes às do estudo, constituindo-se em mais um elemento de planejamento empresarial.

5.5. DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA

A densidade básica da madeira de *E. grandis* aos 5 anos em LVd, distribuiu-se de forma normal, sendo que a menor densidade foi de $0,413 \text{ g/cm}^3$ e a maior de $0,503 \text{ g/cm}^3$. Neste solo, a densidade apresentada pela maioria das árvores amostradas ficou em torno de $0,460 \text{ g/cm}^3$.

Comportamento semelhante foi obtido no plantio sobre AQ, que também obedeceu a uma distribuição normal, variando entre $0,416$ a $0,522 \text{ g/cm}^3$, onde o maior número de árvores amostradas apresentou densidade em torno de $0,470 \text{ g/cm}^3$.

Os valores encontrados para a densidade básica de *E. grandis*, estão de acordo com a maioria dos autores que trabalharam com essa espécie, como BRASIL (1976), FERREIRA & KAGEYAMA (1978), CARPIM & BARRICHELO (1983), MIGLIORINI (1986).

Os valores médios da densidade básica apresentados, não diferiram entre os dois solos estudados, mostrando uma diferença não significativa de $0,006 \text{ g/cm}^3$.

A amostragem para cada solo revelou-se satisfatória, como atesta o baixo coeficiente de variação apresenta-

do, indicativo de boa precisão nos resultados (GOMES, 1986).

O fato da densidade básica não ter diferido nos dois solos, em função dos níveis de produtividade apresentados por *E. grandis*, discorda de alguns autores, como BRASIL (1972), SCHONAU (1974), FERREIRA et alii (1979), porém, encontra apoio em outros, como RISI & ZELLER (1960), ELLIOT (1960), CARPIM & BARRICHELO (1983), podendo-se afirmar que as variações decorrentes do ritmo de crescimento, local de plantio e tratos culturais, têm-se mostrado contraditórios nos registros da literatura especializada.

MIGLIORINI (1986), estudando densidade básica de *E. grandis* em sítios com alta e baixa produtividade, observou relação inversa entre a velocidade de crescimento e a densidade básica, onde a superioridade do melhor desenvolvimento em relação ao pior ficou em 372%, para volume real. Este dado reflete uma diferença considerável quando comparada ao presente estudo, em solos de baixíssima fertilidade, onde a diferença de produtividade em volume empilhado, ficou em torno de 20%.

6. CONCLUSÕES

A análise e discussão dos resultados obtidos no presente estudo permitem as seguintes conclusões:

- Matéria orgânica, CTC e argila foram destacadamente superiores em LVD, estando associadas à produtividade do *E. grandis*, aos 5 anos neste solo, que em consequência, apresentou 240,46 st cc/ha em comparação a 202,23 st cc/ha obtidos em AQ.
- A manutenção da matéria orgânica nesses solos assume importância vital como prática de manejo, uma vez que a CTC de interesse agrícola está condicionada aos horizontes superiores desses solos.
- Os níveis dos nutrientes foliares no *E. grandis* não apresentaram diferenças significativas em função dos dois solos.
- Não houve diferença significativa da densidade básica da madeira de *E. grandis* em função dos níveis de produtividade da floresta, nos dois solos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAHIA FILHO, A.F. de. Fósforo em Latossolos do Estado de Minas Gerais: Intensidade, capacidade e quantidade de fósforo, fósforo "disponível" e crescimento vegetal. Viçosa, 1974. 187p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).
- BARRICHELO, L.E.G. & BRITO, J.O. A madeira das espécies de eucalipto como matéria-prima para a indústria de celulose e papel. *Série Divulgação. PRODEPEF*, Brasília, (13): 1 - 145, 1976.
- BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O.; MIGLIORINI, A.J. Estudo da variação longitudinal da densidade básica de *Eucalyptus* spp.. *Silvicultura*, São Paulo, 8(28): 726-31, 1983.
- BASTOS, N.L.M. Inventário florestal na Cia. Suzano de Papel e Celulose. In: SIMPÓSIO SOBRE INVENTÁRIO FLORESTAL, 2, 1984. *Anais*. Piracicaba, IPEF, 1984. p.11-26.
- BATAGLIA, O.C. & DECHEN, A.R. Critérios alternativos para diagnose foliar. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 1, 1986. *Anais*. Campinas, Fundação Cargill, 1986. p.115-36.
- BATISTA, R.B. Anisotropia em solos de alguns ecossistemas brasileiros e sua implicação na utilização agrícola. Viçosa, 1979. 80p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).

- BELLOTE, A.F.J. Concentração, acumulação e deposição de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden) em função da idade. Piracicaba, 1979. 129p. (Mestrado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- BENSON, H.P. The application of silviculture in controlling the specific gravity of woods. *USDA. Forest Service. Technical Bulletin*, Washington, (1288):1-97, 1963.
- BRASIL, M.A.M. Densidade básica e características das fibras da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden aos 3 anos de idade. Piracicaba, 1976. 126p. (Doutoramento, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- BRASIL, M.A.M. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus propinqua* Deane ex Maiden em função do local e do espaçamento. Piracicaba, 1972. 75p. (Mestrado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- BRASIL, M.A.M. & FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba* Reinw, *E. saligna* Smith e *E. grandis* Hill ex Maiden aos 5 anos de idade em função do local e do espaçamento. *IPEF*, Piracicaba, (2/3):129 - 49, 1971.
- BRASIL, M.A.M.; VEIGA, R.A. de A.; MELLO, H. do A. Densidade básica de madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, aos 3 anos de idade. *IPEF*, Piracicaba, (19):63-76, 1979.
- BROADBENT, F.E. & BROADFORD, G.R. Cation-exchange groupings in the soil organic fraction. *Soil Science*, Madison, 74: 447-57, 1952.
- BUOL, S.W. et alii. Soil fertility capability classification: A technical soil classification for fertility management. In: BORNEMISZA, E. & ALVARADO, A. *Soil management in Tropical America*. Raleigh, NCSU, 1975. p.126-41.

- BUSNARDO, C.A.; GONZAGA, J.V.; FOELKEL, C.E.B.; MENOCELLI, S. Em busca da qualidade ideal da madeira do eucalipto pa ra produção de celulose. IV. Altura ideal de amostragem para avaliação da densidade média para árvores de *E. gran-* *dís*. In: CONGRESSO ANUAL ABCP, 20. São Paulo, 1987.
- CARPIM, M.A. & BARRICHELO, L.E.G. Variabilidade da densidade de madeira de *Eucalyptus* spp.. In: CONGRESSO ANUAL ABCP, 16, 1983. *Trabalhos apresentados*. São Paulo, ABCP. v.1, p.127-37.
- COLF, D.W. Nutrient cycling in world forest. In: IUFRO WORLD CONGRESS, 17, 1981. *Proceedings*. Ibaraki, 1981. p. 139-60.
- COSTA, L.M. de & CARMO, N.D. Aspectos de manejo de solos em áreas de reflorestamento no Brasil. In: IUFRO/MAB/UFV. *Florestas plantadas nos neotrópicos como fontes de energia*. Viçosa, 1985. p.119-32.
- CROMER, R.N. & HANSEN, N.W. Growth, nutrient uptake and pulping characteristics of young *Eucalyptus globulus*. *APPITA*, Melbourne, 26(3): 187-90, 1972.
- COUTO, H.T.Z. do. Testes de significância. Teste "t". In: PRÁTICAS EXPERIMENTAIS EM SILVICULTURA, CURSO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 1979. Piracicaba, ESALQ/USP-IPEF, 1979. p. C1-C4.
- DATALTO, G.G. Alterações em características físicas e químicas de solos cultivados com pastagem em áreas de caatinga hipoxerófilas no município de Sebastião Laranjeiras-BA. *Viçosa*, 1982. 89p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).

- ELLIOT, G.K. Wood density in conifers. *Technical Communication. Commonwealth Agricultural Bureaux*, Oxford, (8):1-44, 1970.
- EVENHUIS, B. & WARD, P.W.F. Principles and practices in plant analysis. *FAO. Soils Bulletin*, Rome, (38/1): 152-63, 1980.
- FASSBENDER, H.W. *Química de suelos: con ênfasis en suelos de América Latina*. San José, IICA, 1980. 398p.
- FERNANDES, P.S. Qualidade da madeira e os fatores do meio. *Publicação Instituto Florestal*, São Paulo, (12):1-12, 1977.
- FERREIRA, C.A.; FREITAS, M. de; FERREIRA, M. Densidade básica da madeira de plantações comerciais de eucaliptos, na região de Mogi Guaçu, SP. *IPEF*, Piracicaba, (18):106 - 17, 1979.
- FERREIRA, M. & KAGEYAMA, P.Y. Melhoramento genético da densidade da madeira de eucalipto. *Boletim Informativo. IPEF*, Piracicaba, 6(20):A1-G14, 1978.
- FLORENCE, R.G. The biology of the eucalypt forest. In: PATE, J.S. & McCOMBS, A.M. *The biology of Australian plants*. Melbourne, University of Western Australian Press, 1981. p.147-80.
- FOELKEL, C.E.B.; BRASIL, M.A.M.; BARRICHELO, L.E.G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. *IPEF*, Piracicaba, (2/3):65-74, 1971.
- GIORDANO, E. Osservazioni sull'apparato radicale dell' *Eucalyptus globulus* Labill. *Publicazioni del Centro de Sperimentazioni Agricola e Forestale*, Roma, 10:135-47, 1969.
- GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. 8.ed. Piracicaba, Nobel, 1978. 430p.

- GOMES, F.P. *A estatística moderna na pesquisa agropecuária*. Piracicaba, POTAFOS, 1984. 160p.
- HAAG, H.P.; SARRUGE, J.R.; OLIVEIRA, G.D.; POGGIANI, F.; FERREIRA, C.A. Análise foliar em cinco espécies de eucaliptos. *IPEF*, Piracicaba, (13):99-116, 1976.
- HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; MELLO, H.A.; BRASIL SOBRINHO, M. O.C.; VEIGA, A.A. Composição química de *Eucalyptus alba* Reiw n e *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. *Fertilité*, Paris. 18: 9-14, 1963.
- INCOLL, W.D. Root system investigation in stands of *E. regnans*. *Forestry Technical Papers*, Victoria, (27):23 - 32, 1979.
- JACOBS, M.R. *Growth habits of the eucalypts*. Canberra, Forest and Timber Bureau, 1955. 262p.
- JACOMINE, P.K.T. Descrição das características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas de alguns perfis de solos sob vegetação de cerrado. *Boletim Técnico. Ministério da Agricultura*, Rio de Janeiro (11):1-9. 1969.
- KAMPRATH, E.J. Soil acidity and response to liming. *North Carolina Agricultural Experimental Station Technical Bulletin. International Soil Testing Series*, Raleigh, (4): 1-28, 1967.
- KENG, J.C.W. & UEHARA, G. Chemistry mineralogy and taxonomy of Oxisols and Ultisols. *Proc. Soil Crop. Sci. Soc. Fla.* 33:119-26, 1974.
- KILMER, C.J. & ALEXANDER, L.T. Methods of making mechanical analyses of soils. *Soil Science*, Madison, 68:15-24, 1949.

- LEAL, J.R. & VELOSO, A.C.X. Adsorção de fosfatos em Latossolos sob vegetação de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 8: 81-8, 1973.
- LIANI, A. The absorption of phosphate in *Eucalyptus trabutii*. In: CONGRESSO FLORESTAL MUNDIAL, 6, Madrid, 1966. *Actas*. Madrid, 1968. v.2, p.1655-8.
- LINDSAY, W.L. Chemical reactions affecting the availability of micro nutrients in soils. In: ANDREW, C.S. & KAMPRATH, E.J. (eds.). *Mineral nutrition of the legumes in tropical and subtropical soils*. Melbourne, CSIRO, 1978.
- LOPES, A.S. *Solos sob "cerrado": características, propriedades e manejo*. Piracicaba, Instituto da Potassa e Fosfato, 1983. 162p.
- LOPES, A.S. & COX, F.R. A survey of the fertility status of surface soils under "cerrado" vegetation in Brazil. *Soil Science Society American Journal*, Madison, 41:742-7, 1977.
- LOPES, D.N. Influência do calcário, fósforo e micronutrientes na mineralização da matéria orgânica e características físico-químicas de material de três solos de Altamira-PA. Viçosa, 1977. 104p. (Mestrado, Universidade Federal de Viçosa).
- LUBRANO, L. Pierche sulle esigenze nutritive di alcune specie di eucalittii. *Publicazioni del Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale*, Roma, 11:1-15, 1970/1972.
- MCCOLL, J.G. & HUMPHREYS, F.R. Relationships between some nutritional factors and the distribution of *Eucalyptus gummiifera* and *Eucalyptus maculata*. *Ecology*, Durham, 48 (5):766-71, 1967.

- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. *Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas*. São Paulo, Pioneira, 1974. 752p.
- MALAVOLTA, E. & KLIEMANN, H.J. *Desordens nutricionais no cerrado*. Piracicaba, POTAFOS, 1985. 136p.
- MEDEIROS, L.A.R. Caracterização e gênese de solos derivados de calcário e de sedimentos terciários da região de Jaíba, Norte de Minas Gerais. Viçosa, 1977. 107p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).
- MEDINA, H.P. & GROHMAN, F. Disponibilidade de água em alguns solos sob cerrado. *Bragantia*, Campinas, 25(6):65-75, 1966.
- MEKARU, T. & UEHARA, G. Anion adsorption in ferruginous tropical soils. *Soil Science of Society American Proceedings*, Madison, 36:296-300, 1972.
- MENDES, J.F. Características químicas e físicas de alguns solos sob cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DOS CERRADOS, 2, 1972. *Anais*. Sete Lagoas, IPEACO, 1972. p.51-62.
- MIGLIORINI, A.J. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em função de diferentes níveis de produtividade da floresta. Piracicaba, 1986. 80p. (Mestrado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- MITCHEL, H.L. Breeding for high-quality wood. *USDA. Forest Service. FPL Research Note*, Madison, (066):1-15, 1964.
- MONIZ, A.C. Decomposição de rochas e formação de minerais de argila. In: ELEMENTOS DE PEDOLOGIA, 1975. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975. p.305-23.

- NAMBIAR, S.E.K. Ecological and physiological aspects at the development of roots: from nursery to forest. In: AUSTRALIAN FOREST NUTRITION WORKSHOP, 1981. *Proceedings*. Melbourne, CSIRO, 1981. p.117-29.
- NAMKOONG, G.; BARRET, A.C.; HITCHINGS, R.G. Evaluating control of wood gravity through breeding. *TAPPI*, Atlanta, 52(10): 1935-8, 1969.
- OVERBEEK, J.T.G. & JONG, H.G.B. de. Soils of macromolecular colloids with eletrolytic nature. In: KRUYT, H.R. *Colloid Science*, Amsterdam, Elsevier, 1949. v.2, p.184-231.
- POGGIANI, F. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de planta_ções florestais de *Eucalyptus* e *Pinus*: implicações silvi-culturais. Piracicaba, 1985. 211p. (Livra-Docência, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- POGGIANI, F.; COUTO, H.T.Z. do; SUITER FILHO, W. Biomass and nutrient estimates in short rotation intensively cultured plantation of *Eucalyptus grandis*. *IPEF*, Piracicaba, (23): 37-42, 1983.
- PRITCHETT, W.L. *Properties and management of forest soils*. New York, John Wiley, 1979. 500p.
- PRYOR, L.D. *The Biology of eucalypts*. London, Edward Arnold, 1976. 80p.
- RANZANI, G. Solos de cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 2, 1962. *Anais*. São Paulo, Edgar Blucher, 1962. p.51-92.
- QUAGGIO, J.A. Métodos de laboratório para determinação da ne_{cessidade} de calagem em solos. In: ACIDEZ E CALAGEM NO BRASIL, 1983. Campinas, SBCS, 1983. p.33-48.

- RANZANI, G. Solos de cerrado no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3, 1971. *Anais*. São Paulo, Edgar Blucher, 1971. p.26-43.
- RIBEIRO, A.C.; RESENDE, M.; FERNANDES, B. Latossolos com horizonte superficial escurecido, na região de Viçosa. *Revista Ceres*, Viçosa, 19(104):280-98, 1972.
- RISI, J. & ZELLER, E. Specific gravity of the wood of black spruce (*Picea mariana* Mill. B.S.P.) grown on a Hylocamium-cornus site type. *Forest Research Foundation Bulletin*. *Laval University*, Laval, (6):1-70, 1960.
- ROCHA FILHO, J.V.C.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. Deficiência de micronutriente, boro e ferro em *Eucalyptus urophylla*. *Anais da ESALQ*, Piracicaba, 35:19-34, 1978.
- ROEDER, M. & BORNEMISZA, E. Algunas propiedades de suelos de la región Amazónica del Estado de Maranhão, Brasil. *Turrialba*, Turrialba, 18:39-44, 1968.
- SANCHEZ, P.A. *Suelos del Trópico: características y manejo*. San José, IICA, 1981. 660p.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.
- SCHONAU, A.P.G. The effect of planting espacement and pruning on growth yield and timber density of *E. grandis*. *South African Forestry Journal*, Pretoria, (88):16-23, 1974.
- SCHUTZ, C.J. Fertilization of fast-growing pines and eucalypts in South Africa. *South African Forestry Journal*, Pretoria, (98):44-7, 1976.

- SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. *Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1960. 634p.
- SILVA, H.D. Biomassa e aspectos nutricionais de cinco espécies de *Eucalyptus* plantadas em solo de baixa fertilidade. Piracicaba, 1983. 91p. (Mestrado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- SUSMEL, L. Density of *Eucalyptus rostrata* wood from the Agro Monti e Boschi, 3: 75. Apud: *Forestry Abstracts*, Oxford, 13:3322, 1952.
- SUSMEL, L. Le poides spécifique du d'*Eucalyptus camaldulensis* par rapport a quelques facteurs relatifs a l'individu et au milieu. In: TAPPI. *The influence of Environment and genetics on pulpwood quality - An Annotated Bibliography*. Atlanta, 1962. p.774.
- SUSMEL, L. The specific gravity of *E. rostrata* Schlecht wood from the Pontine Camapagna. Ital. Forest e mont, 8:222-7. In: TAPPI. *The influence of Environment and genetics on pulpwood quality - An Annotated Bibliography*. Atlanta, 1962. p.773.
- TURNBULL, J.W. & PRYOR, L.D. Choise of species and seed sources. In: HILLIS, W.E. & BROWN, A.G. *Eucalyptus for wood productions*. Adelaide, CSIRO, 1978. p.6-65.
- UEHARA, G. & KENG, J.C.W. Management implications of soil mineralogy in Latin America. In: BORNEMISZA, E. & ALVARADO, A. *Soil management in tropical America*. Raleigh, NCSU, 1975. p.351-63.

- VAN RAIJ, B. A capacidade de troca de cátions das frações orgânica e mineral em solos. *Bragantia*, Campinas, 28: 85 - 112, 1969.
- VAN RAIJ, B. *Avaliação da fertilidade do solo*. Piracicaba, Instituto da Potassa e Fosfato, 1981. 142p.
- VAN RAIJ, B. Propriedades eletroquímicas dos solos. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 1, 1986. *Anais*. Campinas, Fundação Cargill, 1986. p.9-41.
- VAN RAIJ, B. & PEECH, M. Electrochemical properties of some Oxisols and Ultisols of the tropics. *Soil Science Society of American Proceedings*, Madison, 38:587-93, 1972.
- VAN RAIJ, B. & QUAGGIO, J.A. *Métodos de análise de solos para fins de fertilidade*. Campinas, Instituto Agronômico, 1983. 32p.
- VIEIRA, L.S. *Manual da ciência do solo*. São Paulo, Agronômica Ceres, 1975. 464p.
- VIETS, F.G. Chemistry and availability of micro nutrient in soil. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 10: 178, 1962.
- WEAVER, R.M. *Soil of the Central Plateau of Brazil. Chemical and mineralogical properties*. New York, Cornell University, 1974. 45p.
- WILKLANDER, L. Cation and anion exchange phenomen. In: BEAR, F.E. *Chemistry of the soil*. 2.ed. New York, Reinhold Publishing, 1964. p.163-205.

WILL, G.M. Anomalias no crescimento de mudas de eucalipto provocadas por carências de elementos nutritivos. *Fertilité*, Paris, 19:3-12, 1963.

WILL, G.M. Some notes on nutrient deficiency in *Eucalyptus* spp.. In: CONFERÊNCIA MUNDIAL DO EUCALIPTO, 2, 1961. *Relatórios*. São Paulo, CPEF, 1961. v.1, p.338-41.

WOLF, J.M. Soil-water relations in Oxisols of Puerto Rico and Brazil. In: BORNEMISZA, E. & ALVARADO, A. *Soil Management in Tropical America*. Raleigh, NCSU, 1975. p.145-54.

ZELAZNY, J.W. & CALHOUN, F.G. Mineralogy and associated properties of tropical and temperate soils in western hemisphere. *Proc. Soil. Crop. Sci. Soc. Fla*, 31:179-89; 1971.

ZOBEL, B.Y. A review of the contribution on wood quality. In: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 3, 1977. *Proceedings*. Canberra, CSIRO, 1978. v.1, p.143-4.