

**RESERVA E DISPONIBILIDADE DE
NUTRIENTES PARA O EUCALIPTO EM
SOLOS DO RIO GRANDE DO SUL**

PATRÍCIA DE PÁDUA CASTRO

2006

PATRÍCIA DE PÁDUA CASTRO

**RESERVA E DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES PARA O
EUCALIPTO EM SOLOS DO RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Nilton Curi

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2006

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Castro, Patrícia de Pádua.

Reserva e disponibilidade de nutrientes para o Eucalipto em solos do Rio Grande do Sul / Patrícia de Pádua Castro. -- Lavras : UFLA, 2006.

63 p. : il.

Orientador: Nilton Curi.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1.Eucalipto. 2. Mineralogia. 3. Reserva de nutrientes. 4. Disponibilidade de nutrientes 5. Solos. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.97342

-631.81

PATRÍCIA DE PÁDUA CASTRO

**RESERVA E DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES PARA O
EUCALIPTO EM SOLOS DO RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 22 de março de 2006.

Prof. Dr. João José Granate de Sá e Melo Marques

UFLA

Prof. Dr. Ruy Carvalho

UFLA

Prof. Dr. Antônio Eduardo Furtini Neto

UFLA

Prof. Dr. Nilton Curi - UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

**A minha mãe e a minha avó,
que partiram antes de ver
mais esta etapa vencida,
Dedico.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força e por iluminar o meu caminho.

Ao meu pai, pelo seu amor e por sempre estar ao meu lado.

Aos meus irmãos, Fabio e Aline, pelo carinho e apoio.

Agradeço a minha família, pelo incentivo e solidariedade.

Aos meus sobrinhos, pela capacidade de transmitir paz e alegria.

Agradeço ao Leônidas, pelo amor, carinho, amizade, compreensão, apoio e que esta “parceria” possa se estender por muitos anos.

Aos colegas de curso, em especial Adriana, Cláudio, Fernanda, Flávio, Fabiano, Ivana, Lúcio, Michele, Regla, Robervone, Silvana e Tácio.

Aos funcionários do DCS, João Gualberto, Roberto, Delanne, “Pezão”, Humberto e Carlinhos.

Aos bolsistas de iniciação científica, Simone e Fred, pela ajuda.

Ao comitê de orientação, em especial ao professor Nilton Curi, pela orientação e amizade.

Aos professores Furtini e Ruy Carvalho, pela colaboração.

Aos professores Roberto Ferreira de Novais (UFV) e Vander de Freitas de Melo (UFPR), pelo envio das informações solicitadas.

Agradeço à Aracruz Celulose S.A., na pessoa do pesquisador Elias Frank de Araújo, por ceder as amostras de solos necessárias para a realização deste trabalho, e também pela cooperação e financiamento.

Agradeço à CAPES pela concessão da bolsa.

A todos que participaram desta conquista, muito obrigada!

RESUMO

CASTRO, Patrícia de Pádua. **Reserva e disponibilidade de nutrientes para o eucalipto em solos do Rio Grande do Sul**. 2006. 63p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

Com o intuito de avaliar a reserva e a disponibilidade de nutrientes para eucalipto em diferentes ambientes de solo no Rio Grande do Sul, foram feitas análises mineralógicas e químicas e estabelecidas relações entre estes aspectos. Amostras do banco de solos do levantamento pedológico semidetalhado da unidade Guaíba (RS) foram utilizadas no estudo. As análises mineralógicas (difratometria de raios-X) foram realizadas nas frações areia e silte (método do pó) e argila (amostras orientadas). As análises químicas foram performadas na fração terra fina (< 2 mm) As análises químicas para K, Ca e Mg foram feitas pelo ataque sulfúrico 1:1 e, para os teores trocáveis, utilizou-se a extração com KCl 1 mol L⁻¹ para Ca e Mg, e Mehlich-1 para K disponível. Para a discussão dos resultados, os solos foram separados em quatro conjuntos: solos muito arenosos, Neossolos Quartzarênicos (RQo); solos com má drenagem, Gleissolos (GM) e Planossolos Hidromórficos (SGd); solos jovens e muito jovens, bem drenados, Cambissolos (CXvd) e Neossolos Litólicos (RLd) e solos com horizonte B textural (solos maduros), bem drenados (PV e PVA). O RQo apresentou uma mineralogia muito simples, com reserva em nutrientes praticamente nula. O GM, o SGd e o PVA revelaram uma baixa reserva de nutrientes, enquanto os demais (CXvd, RLd e PV) apresentaram uma reserva considerada moderadamente boa. De maneira geral, as análises químicas referentes aos teores de Ca, Mg e K extraídos pelo ataque sulfúrico acompanharam os ambientes e subambientes de solos estratificados com base na sua posição na paisagem, mineralogia e cor. No conjunto dos dados mineralógicos e químicos avaliados e na consequente indicação da reserva e disponibilidade em nutrientes para as plantas de eucalipto, a classe de solo se destaca como adequada estratificadora de ambientes em nível de horto florestal, devido à substancial variabilidade pedológica observada e pequena variação climática registrada. A classe de solo deveria ser incluída nos programas de fertilização das plantas de eucalipto nestas condições subtropicais.

¹Comitê Orientador: Nilton Curi – UFLA (Orientador), João José Granate de Sá e Melo Marques – UFLA, Luiz Roberto Guimarães Guilherme – UFLA

ABSTRACT

CASTRO, Patrícia de Pádua. **Reserve and availability of nutrients for the eucalyptus in soils from Rio grande do Sul state, Brazil.** 2006. 63p. Dissertation (M.Sc. in Soils and Plant Nutrition) - Federal University of Lavras, MG.¹

With the objective of evaluating the reserve and availability of nutrients for the eucalyptus in different soil environments from Rio Grande do Sul state, Brazil, mineralogical and chemical analyses were performed and it were established relations among these aspects. Samples from the soils collection of the semi-detailed pedologic survey of the unity Guaíba (RS) were utilized in the study. The mineralogical (X-ray diffraction) analyses were performed on sand and silte (powder method) and clay (oriented samples) fractions. The chemical analyses were performed on fine earth (< 2 mm) fraction. The chemical analyses for K, Ca, and Mg were performed by sulphuric acid digestion (1:1) and for the exchangeable amounts it was utilized the 1 mol L⁻¹ KCl extraction, and for available K it was utilized the Mehlich-1 extractant. For the data discussion, the soils were separated in four groupments: very sand soils, Quartzarenic Neosols (RQo); soils with drainage problems, Gleisols (GM) and Hidromorphic Planosols (SGd); well drained, young and very young soils, Cambisols (CXvd) and Litholic Neosols (RLd); well drained, soils with argillic horizon (mature soils) (PV and PVA). The RQo presented a very simple mineralogy, with a extremely poor nutrient reserve. The GM, SGd, and PVA revealed a low nutrient reserve, while the others (CXvd, RLd, and PV) presented a moderately good nutrient reserve. In general, the chemical analyses related to the amounts of Ca, Mg, and K extracted by sulphuric acid digestion followed the soil environments stratified with base upon their landscape position, mineralogy an color. The soil class showed to be an adequate environments stratifier at forest identification area level, due to the significant pedologic variability observed and small climatic variation registered. The soil class should be included in the fertilization programs of eucalyptus plants in the subtropical conditions.

Guidance Committee: Nilton Curi (Major Professor), João José Granate de Sá e Melo Marques – UFLA, Luiz Roberto Guimarães Guilherme – UFLA

SUMÁRIO

| | Página |
|---|--------|
| RESUMO..... | i |
| ABSTRACT..... | ii |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 01 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS..... | 06 |
| 2.1 Descrição geral da área..... | 06 |
| 2.1.1 Localização..... | 06 |
| 2.1.2 Clima e vegetação..... | 08 |
| 2.1.3 Geologia e relevo..... | 09 |
| 2.1.4 Solos..... | 12 |
| 2.2 Análises mineralógicas..... | 13 |
| 2.2.1 Difractometria de raios X..... | 13 |
| 2.3 Análises químicas..... | 14 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 14 |
| 3.1 Caracterização mineralógica..... | 14 |
| 3.2 Caracterização química..... | 35 |
| 3.3 Relação entre mineralogia, química, reserva e disponibilidade de nutrientes, produtividade do eucalipto e classe de solo..... | 45 |
| 4 CONCLUSÕES..... | 48 |
| 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 50 |
| 6 ANEXOS..... | 57 |

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, nos últimos anos, o setor florestal vem ganhando destaque no cenário econômico, representado pela indústria de papel e celulose, produção de carvão vegetal e de madeira. A madeira utilizada no setor florestal é oriunda, principalmente, do plantio com as espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* (Silveira et al., 2001). A expansão do plantio de eucalipto no Brasil se deve à sua vasta utilização, em comparação às demais espécies (Alfenas et al., 2004) e, apesar de o eucalipto ser uma espécie arbórea de origem australiana, apresenta grande capacidade de adaptação às mais diversas condições edafoclimáticas, ajudando a explicar seu bom potencial de produtividade em nosso país.

Dentre as características edáficas, a fertilidade do solo é uma das que têm maior importância para se obter uma boa produtividade. Dessa forma, a reserva e a disponibilidade de nutrientes para as plantas se tornam de grande importância, principalmente para cultivos de ciclo longo, como o eucalipto, podendo ser avaliadas por meio da análise mineralógica e química dos solos e da sua interpretação para as condições locais.

O tipo e o teor dos constituintes mineralógicos da fração argila determinam uma série de características físicas e químicas do solo. O conhecimento dos minerais e de seu comportamento permite um melhor entendimento das propriedades químicas e físicas do solo e sua reação às várias práticas de manejo (Curi, 1975). Para melhor entendimento destas relações é necessário entender os processos de formação e intemperização dos minerais.

Os minerais existentes nos solos podem ser divididos em minerais primários e secundários. Os minerais primários tendem a ser herdados do material de origem e indicam a capacidade do solo em repor nutrientes para a solução do solo. Alguns fatores que interferem nesta capacidade do solo em ser fonte de nutrientes para as plantas são o tamanho e a resistência ao intemperismo

dos minerais. Quanto menores ou menos resistentes ao intemperismo, mais facilmente os minerais primários serão capazes de fornecer nutrientes para as plantas, em condições equiparáveis (Santos, 1993).

Estudando alguns solos do Rio Grande do Sul, Melo et al. (1995) observaram que os minerais primários constituem a principal reserva mineral destes solos. Solos originados de granito apresentaram minerais primários contendo K, Ca e Mg, enquanto solos desenvolvidos de rochas sedimentares e de deposição de sedimentos apresentaram baixa reserva mineral para as plantas de eucalipto.

Os Argissolos ocorrem em relevo suave ondulado (3% a 8% de declive) até fortemente ondulado (20% a 45% de declive), representando, em termos percentuais, a maior parte da área territorial do Rio Grande do Sul (Streck et al., 2002), com mineralogia variável em função das condições ambientais (Kämpf & Curi, 2003).

Os minerais capazes de fornecer, após intemperização, nutrientes para as plantas, encontram-se, principalmente, na fração grosseira (silte e areia) (Resende et al., 2002a). Os minerais secundários ocorrem no solo por síntese de produtos resultantes do intemperismo de minerais primários ou por alteração da estrutura de determinados minerais primários, herdados do material de origem e são os constituintes principais da fração argila dos solos (Costa, 1979). A fração argila é mais estável à intemperização, apesar da maior superfície específica, porém, não é, na sua constituição, muito rica em macronutrientes: apenas retém cátions e ânions em sua superfície (Resende et al., 2002a).

Os minerais secundários podem ser silicatados, como caulinita, esmectita e vermiculita, ou óxidos, como hematita, goethita, gibbsita etc. Esses minerais determinarão o comportamento do solo sob vários aspectos, como cor, estrutura, capacidade de troca catiônica, capacidade de troca aniônica, reações de troca e “fixação” de nutrientes (Mcbride, 1989).

A presença marcante de minerais 1:1 e óxidos de Fe e de Al na fração argila indica solos intemperizados e, geralmente, com baixos teores de nutrientes. O mineral 1:1 mais abundante nos solos brasileiros é a caulinita. Solos caulínicos geralmente têm baixa reserva em nutrientes, o que está de acordo com a composição ideal da caulinita, $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, cuja configuração estrutural não admite a presença de cátions maiores, como K, Ca e Mg (Kämpf & Curi, 2003).

Solos com maior proporção de minerais 2:1 são considerados solos mais jovens e geralmente apresentam maior capacidade de reposição de nutrientes. No grupo dos minerais 2:1, as micas são os minerais com K mais comuns nos solos, além do Mg. Ilitas, como são chamadas as micas dioctaedrais da fração argila, possuem estrutura semelhante à muscovita, porém, com mais Si, mais hidroxilas e menos K (Kämpf & Curi, 2003).

O Ca presente no solo é originário de minerais como dolomita, calcita, apatita, feldspatos cálcicos e anfibólios. O Mg tem origem em minerais primários, como dolomita, biotita, clorita, serpentina e olivina, presentes em diversos tipos de rochas (Costa, 1979). Ao contrário do Ca, o Mg faz parte da estrutura de argilominerais como ilita, vermiculita e esmectita.

Nos solos de regiões com elevada precipitação, o Ca ocorre, principalmente, na forma trocável, fracamente retido nas cargas negativas das argilas e da matéria orgânica, e em solução. Estas duas formas estão em equilíbrio dinâmico. O Ca trocável, geralmente, apresenta valores muito maiores do que o Ca na solução, exceto nos solos muito arenosos e com baixo teor de matéria orgânica. À semelhança do Ca, o Mg no solo está principalmente na forma trocável e em solução, estando também em equilíbrio dinâmico. O teor de Mg é, geralmente, menor que o de Ca, devido à maior lixiviação de Mg no solo (Bissani et al., 2004), mas há vários registros de situações inversas (Embrapa, 2000; Santos & Bortolas, 2004).

O K do solo é comumente classificado segundo vários critérios. Geralmente, pode-se classificá-lo em: K na solução do solo, extraído com água; K trocável, extraído com NH_4OAc 1 mol L^{-1} pH 7,0, H_2SO_4 $0,025 \text{ mol L}^{-1}$ + HCl $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ (Mehlich-1) ou resina de troca iônica, que se refere ao elemento fracamente retido na capacidade de troca catiônica do solo; potássio não-trocável, extraído com HNO_3 1 mol L^{-1} a quente, que corresponde àquele retido na estrutura dos minerais (K estrutural), tais como os feldspatos potássicos e as micas, bem como ao K fixado nas entrecamadas de argilominerais expansivos, como a vermiculita e a esmectita; e K total extraído com HF concentrado (Raij, 1991; Sparks, 2000).

Segundo Mielniczuk (1982), com a exaustão das formas disponíveis (K trocável + K na solução), o K não-trocável, que representa a reserva a longo prazo, é lentamente liberado para o solo, podendo, então, ser absorvido pelas plantas, retido na CTC, fixado, erodido, lixiviado, biociclado etc., o que deve ser levado em consideração em programas de adubação de culturas perenes, particularmente naquelas cuja eficiência de utilização de nutrientes aumenta com a idade da planta, como, por exemplo, o eucalipto (Fonseca, 2004).

O suprimento de nutrientes para as plantas depende tanto das características mineralógicas (quantidade, espécie mineral e fração granulométrica em que estes nutrientes se encontram), quanto da taxa de liberação destes para a solução do solo. O potencial para a liberação de nutrientes é proporcional à quantidade de minerais, fontes de nutrientes e à capacidade das plantas em reduzir a concentração destes nutrientes na solução do solo, provocando sua liberação dos minerais, o que ocorre, principalmente, na rizosfera (Moreira & Siqueira, 2002). O estudo da reserva e liberação de nutrientes no solo é de importância fundamental, principalmente para cultivos de ciclo longo, como o eucalipto.

Os teores e a distribuição dos nutrientes no solo variam durante o ciclo de crescimento das espécies florestais (Novais et al., 1986) e que para nutrientes de maior mobilidade na planta, a exigência nutricional diminui com a idade, enquanto que, para elementos pouco móveis e imóveis, o requerimento aumenta com a idade (Barros et al., 2000). Quanto às exigências do eucalipto em termos de fertilidade do solo, estas são bem reduzidas em relação a outras culturas e ele apresenta alta tolerância à toxidez de Al (Novais et al., 1990), tendo, a aplicação de calcário, a finalidade principal o suprimento de Ca e Mg. Já o K tem se mostrado o nutriente mais limitante ao crescimento do eucalipto (Silveira et al., 2001) e sua necessidade aumenta com a idade da planta (Barros et al., 1990).

No tocante à ocorrência de deficiências nutricionais em florestas plantadas com eucalipto, os levantamentos têm convergido para uma maior frequência de deficiência de K, P e B (Silveira et al., 2001). Em Neossolos Quartzarênicos e Latossolos textura média, as ocorrências de deficiência de K, B e Mg têm sido comuns, em Argissolos e Espodossolos, de N e Ca, e em Latossolos argilosos, de K, Cu e Zn.

Em função do exposto, os objetivos deste trabalho foram:

- a) caracterizar mineralógica e quimicamente amostras de solos de hortos florestais no Rio Grande do Sul;
- b) estabelecer relações com a reserva e disponibilidade de nutrientes; e
- c) levantar dados que possam subsidiar programas de adubação para o eucalipto em diferentes ambientes de solos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição geral da área

2.1.1 Localização

O estudo foi conduzido no estado do Rio Grande do Sul em hortos florestais de propriedade da Aracruz Celulose S.A., nos municípios de Guaíba, Butiá, Arroio dos Ratos, Minas do Leão, São Jerônimo, Barra do Ribeiro e Tapes. Estes hortos estão plantados com *Eucalyptus saligna*, *E. grandis* e *E. globulus*. A área de estudo está localizada ao longo da BR-290 até Minas do Leão e da rodovia BR-116 até a entrada de Tapes (Figura 1).

2.1.2 Clima e vegetação

De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cfa, subtropical úmido. O clima "Cfa" se caracteriza por apresentar chuvas durante todos os meses do ano e possuir a temperatura do mês mais quente superior a 22°C, e a do mês mais frio superior a 3°C. A precipitação média anual é de, aproximadamente, 1.500 mm (Lemos et al., 1973). As chuvas ocorrem bem distribuídas durante todos os meses do ano. A amplitude de variação entre os meses de máxima e mínima não chega a ser significativa para caracterizar o clima como tendo um período chuvoso e outro seco.

Na região estudada encontram-se áreas de mata nativa, pastagem, reflorestamento e de cultivo anual. A formação florestal é constituída pela mata subtropical alta e mata subtropical arbustiva que se desenvolvem na Encosta e Serra do Sudeste. Nas áreas de pior drenagem, têm-se a vegetação higrófila e hidrófila de várzea (Lemos et al., 1973).

7

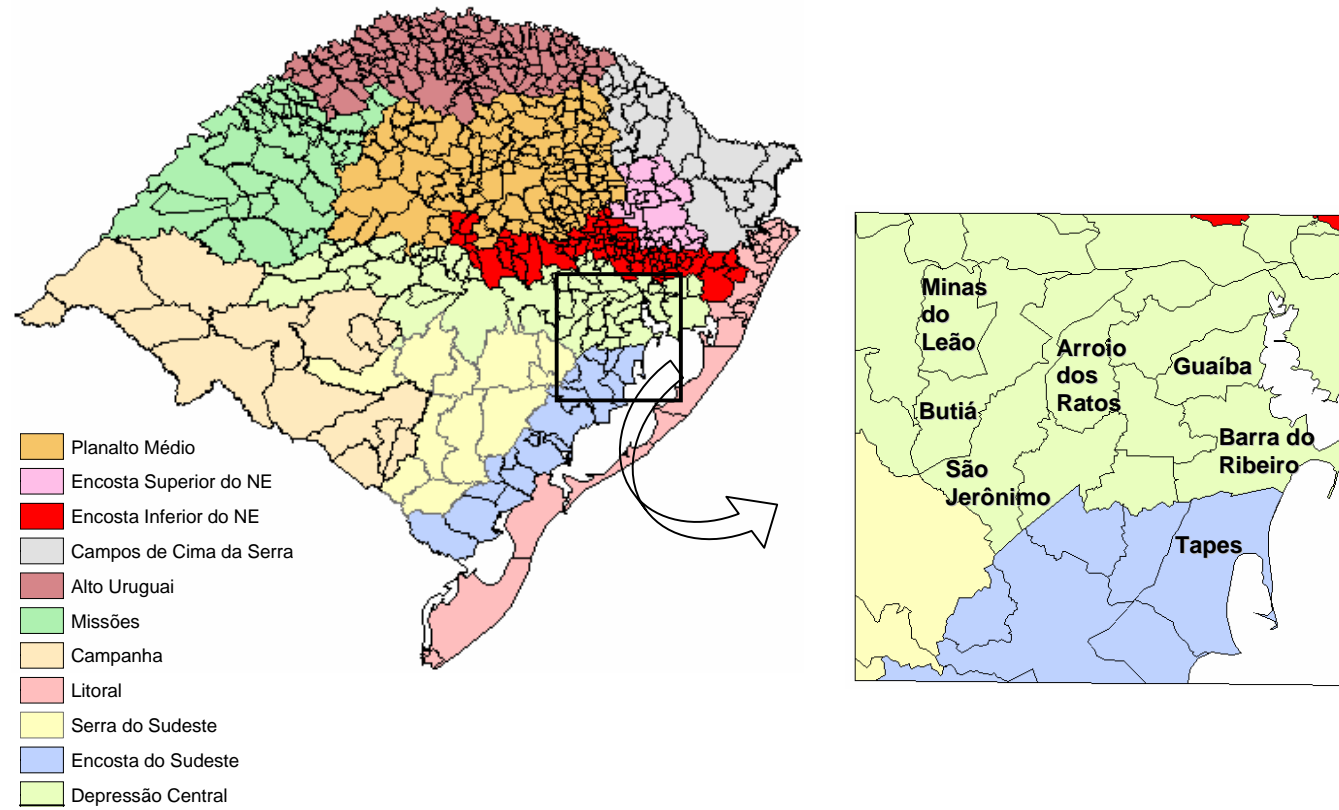


FIGURA 1 Localização esquemática das regiões fisiográficas e respectivos municípios abrangidos.

2.1.3 Geologia e relevo

Geologicamente, segundo Ramgrab (1997), no trecho da estrada Porto Alegre-Tapes, predominam granitos variados cortados por diques de riólitos intercalados com sedimentos do Terciário-Quartenário e do Quartenário.

No trecho Porto Alegre-Arroio dos Ratos, até próximo ao cruzamento entre a BR-116 e a BR-290 ocorrem sedimentos do Quartenário, seguidos de rochas pertinentes ao Complexo Gnáissico Arroio dos Ratos e, para o sul, ocorrem granitos.

Em Arroio dos Ratos, têm-se rochas sedimentares da Formação Estrada Nova/Irati, Grupo Guatá e Formação Rio Bonito, em que aparece o carvão, além de sedimentos da Formação Rio do Sul do Grupo Itararé. Ocorrem também sedimentos do Terciário-Quartenário correspondentes a leques aluviais. Ao sul, ocorrem sedimentos da Formação Rio Bonito e do Grupo Itararé (seixos de quartzitos).

De Minas do Leão a Dom Feliciano, na direção Norte-Sul, ocorrem rochas sedimentares intercaladas com granitos e metagranitos e também pequenas faixas de rochas cataclásticas (granitos moídos no falhamento).

A área de estudo, pelo relevo, altitude, material geológico e solos, pode ser dividida em duas regiões fisiográficas: Encosta do Sudeste e Depressão Central (Santos & Bortolas, 2004). Apesar do Litoral não fazer parte das regiões estudadas, o Horto Barba Negra está localizado próximo à Lagoa dos Patos, em uma área que possui características semelhantes a esta região fisiográfica (Figura 1). A Depressão Central é a região situada entre o Planalto e a Serra do Sudeste e caracteriza-se por apresentar amplas planícies e “coxilhas” onduladas. Nela predominam solos arenosos e medianamente arenosos, além de solos vermelho-amarelos e solos vermelhos. Inclui uma faixa larga leste-oeste, na bacia do Jacuí e seus afluentes. Os principais municípios incluídos são: Porto Alegre, Gravataí, Santa Maria, Guaíba, Taquari, Canoas e Cachoeira do Sul. O relevo é levemente

ondulado. As altitudes são inferiores a 100 metros, exceto nos tabuleiros, cuja altitude máxima está entre 250 e 300 metros.

O material de origem é bastante variado e relativamente pobre em nutrientes. Ao longo dos rios, estão localizados aluviões, nas várzea ao sul e ao norte do Jacuí, arenitos. Nas áreas limítrofes entre a Serra Geral e a Serra do Sudeste aparecem siltitos, arenitos e folhelhos.

A Encosta do Sudeste apresenta uma faixa de sedimentos arenosos e aluviões holocênicos ao longo dos rios. A região é cortada por esporões de granito entre Jaguarão e Pelotas, e migmatitos entre Pelotas e Camaquã e também entre Camaquã e Guaíba, ambos pré-cambrianos. O relevo é plano com altitudes inferiores a 30 metros, exceto os esporões, que alcançam até 200 metros (Regiões fisiográficas, 2006).

2.1.4 Solos

Os principais solos encontrados na unidade Guaíba são: Neossolo Quartzarênico, Gleissolo Melânico, Planossolo Hidromórfico, Argissolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Vermelho, Cambissolo Háptico e Neossolo Litólico (Santos & Bortolas, 2004), com amplo domínio dos Argissolos. A distribuição destes solos em uma seqüência na paisagem da região estudada encontra-se na Figura 2.

O material de origem dominante e a classificação dos principais solos nos onze hortos florestais estudados, encontram-se na Tabela 1.

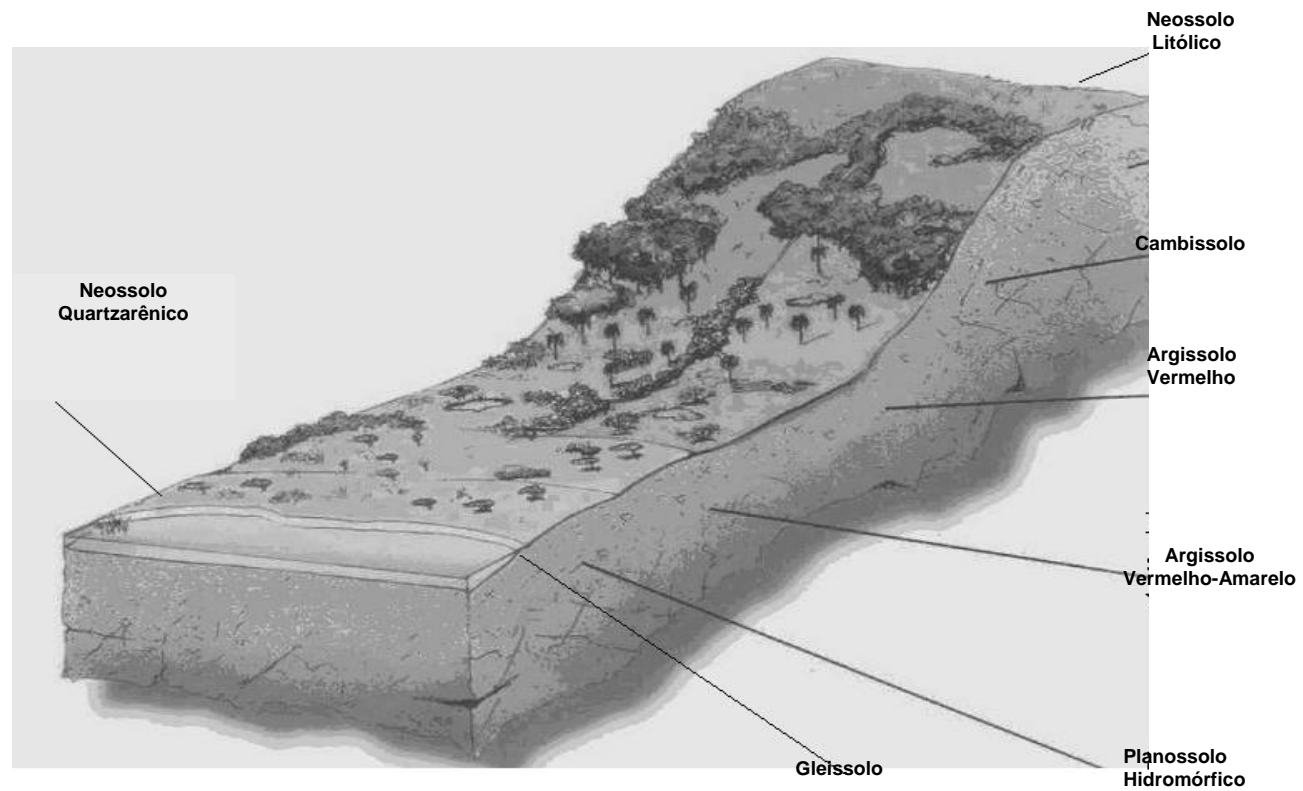


FIGURA 2 Seqüência de solos na paisagem no caminhamento litoral-interior (Streck et al., 2002; Santos & Bortolas, 2004).

TABELA 1 Material de origem dominante e classificação dos principais solos nos hortos florestais estudados (Embrapa, 1999; Santos & Bortolas, 2004).

| Horto florestal | Material de origem | Classificação atual dos solos | Simbologia atual | Classificação anterior dos solos |
|-----------------|--|---|------------------|----------------------------------|
| | Sedimentos arenosos | Neossossolo Quartzarênico órtico típico | RQo | Areia Quartzosa |
| Barba Negra | Sedimentos orgânicos e areno-argilosos | Gleissolo Melânico distrófico típico | GM | Glei Húmico |
| | Sedimentos areno-argilosos | Planossolo Hidromórfico distrófico arênico | SGd | Planossolo |
| Camélia | Sedimentos areno-argilosos e Granitos | Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico | PVA | Podzólico Vermelho-Amarelo |
| Jung | Sedimentos arenosos e argilosos | Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico | PVA | Podzólico Vermelho-Amarelo |
| Cambará | Granitos | Argissolo Vermelho distrófico latossólico | PVd | Podzólico Vermelho-Escuro |
| Terra Dura | Ortognaisses | Argissolo Vermelho distrófico típico | PVd | Podzólico Vermelho-Escuro |
| Santa Rosa | Granitos | Cambissolo Háptico distrófico léptico | CXvd | Cambissolo |
| Pilar | Argilitos | Argissolo Vermelho distrófico típico | PVd | Podzólico Vermelho-Escuro |
| São Vicente | Argilitos | Neossolo Litólico distrófico típico | RLd | Solo Litólico |
| Minas do Leão | Sedimentos areno-argilosos | Planossolo Hidromórfico distrófico típico | SGd | Planossolo |
| Bom Retiro | Granitos | Argissolo Vermelho distrófico típico | PVd | Podzólico Vermelho-Escuro |
| Água Boa | Argilitos | Cambissolo Háptico distrófico léptico | CXvd | Cambissolo |

2.2 Análises mineralógicas

2.2.1 Difractometria de raios X

Amostras de solos selecionados provenientes do banco de solos do levantamento pedológico semidetalhado da unidade Guaíba, RS (Santos & Bortolas, 2004), tiveram suas frações areia, silte e argila separadas. Pesaram-se 50 g de terra fina seca ao ar (TFSA), que foram dispersas com 25 mL de NaOH 1 mol L⁻¹, em agitador horizontal, durante 15 minutos. O conteúdo foi passado através de peneira com malha de 0,053 mm, retendo-se a fração areia na peneira e a suspensão recolhida em proveta de 1 L. A fração areia foi secada, triturada suavemente em gral de ágata e passada em peneira com malha de 0,149 mm. Para separar as demais frações, completou-se o volume das provetas, ajustou-se o pH para 9 e, tomando como base a velocidade de sedimentação, calculada pela Lei de Stokes (Jackson, 1979), esperou-se o tempo necessário para promover a sedimentação da fração silte. Depois do repouso, com o uso de um sifão, transferiu-se a suspensão para um recipiente, obtendo-se a fração argila. Prosseguiu-se com o sifonamento até que a suspensão sobrenadante ficasse clara.

Com base na metodologia preconizada por Jackson (1979), as amostras foram submetidas à difração de raios X, sendo as frações areia e silte pelo método do pó e a fração argila por meio de lâminas orientadas, na velocidade 0,01°2θ/s, no intervalo de 4 a 40 °2θ, em aparelho PHILIPS modelo PW 1830/40, utilizando-se radiação de CoK α , com filtro de Ni.

A interpretação da mineralogia destas frações foi feita levando-se em conta a sua relação com a reserva e a disponibilidade de nutrientes para o eucalipto, subsidiada pela geologia, relevo, clima e drenagem dos diversos ambientes de solo nos hortos florestais estudados.

2.3 Análises químicas

As análises químicas foram feitas na terra fina seca ao ar (TFSA), com o objetivo de relacioná-las com a reserva e a disponibilidade de K, Ca e Mg para o eucalipto.

A extração de K disponível foi feita com extrator Mehlich-1 ($\text{HCl } 0,05 \text{ mol L}^{-1} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 0,025 \text{ mol L}^{-1}$) e a determinação realizada em fotômetro de chama Micronal modelo B262. Para os teores de Ca e Mg trocáveis, após extração com $\text{KCl } 1 \text{ mol L}^{-1}$, foram feitas determinações complexiométricas utilizando-se $\text{EDTA } 0,0125 \text{ mol L}^{-1}$ (Embrapa, 1997).

Utilizando-se HNO_3 concentrado, realizou-se a digestão das amostras no forno de microondas CEM modelo MARS 5. Para tal procedimento, utilizou-se, aproximadamente, 1 g de amostra triturada e peneirada em malha de 0,25 mm e 10 mL de HNO_3 para a digestão das amostras conforme o método EPA 3051 (Abreu et al., 2001). Em seguida, a solução foi filtrada em papel de filtro quantitativo 12,5 cm Ø e os frascos lavados com 10 mL de água destilada que foram filtradas no mesmo papel. A solução (20 mL) foi acondicionada em frascos plásticos, devidamente identificados, para análises dos teores dos nutrientes. As massas das amostras e o volume da solução foram tomados para os cálculos de diluição. Os teores de K, Ca e Mg extraídos pelo HNO_3 em forno de microondas encontram-se na Tabela 1A.

Para a extração de formas de K, Ca e Mg, consideradas como índices de teores totais destes nutrientes (Lemos et al., 1997), submeteram-se as amostras de solo ao ataque sulfúrico 1:1 (Embrapa, 1997). As determinações de Ca e Mg foram feitas por espectrofotometria de absorção atômica em aparelho de marca Carl Zeiss modelo AAS4, com lâmpada de cátodo oco monoelementar e chama de acetileno e ar, nas seguintes condições: $\lambda = 422,7 \text{ nm}$ e fenda de 0,5 nm para o Ca; e $\lambda = 285,2 \text{ nm}$ e fenda de 0,2 nm para o Mg. Para o K, utilizou-se o fotômetro de chama.

Dados referentes ao carbono orgânico e textura para os solos estudados (Santos & Bortolas, 2004) encontram-se na Tabela 2A.

Foram utilizados os valores de Incremento Médio Anual (IMA) (dados fornecidos pela Aracruz Celulose S.A.) para avaliar a relação entre mineralogia, química, reserva e disponibilidade de nutrientes, produtividade do eucalipto e classe de solo. O IMA corresponde à taxa de crescimento anual, em volume de madeira, num determinado período de tempo (Embrapa, 2003).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando-se os solos estudados e a posição na paisagem em que estes se encontram (Figura 2), pode-se dividi-los em quatro conjuntos: solos muito arenosos, Neossolos Quartzarênicos; solos com problemas de drenagem, Gleissolos e Planossolos Hidromórficos; solos jovens e muito jovens, bem drenados, Cambissolos e Neossolos Litólicos e os solos com horizonte B textural (solos maduros), bem drenados, representados pelos Argissolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelos. A discussão dos resultados será feita com base na divisão destes quatro conjuntos, sempre que possível.

3.1 Caracterização mineralógica

A composição mineralógica das frações areia, silte e argila, obtida por difratometria de raios X, encontra-se separada por hortos florestais e respectivos solos (Tabela 2).

TABELA 2 Caracterização mineralógica das frações areia, silte e argila dos solos estudados.

| Horizonte | Profundidade cm | Minerais ¹ | | |
|---------------------|--------------------|-----------------------|----------------|------------|
| | | Areia | Silte | Argila |
| Horto Barba Negra | | | | |
| Solo RQo | | | | |
| A1 | 0-22 | Qz, Il | Qz | Ct, Qz |
| C1 | 22-66 | Qz, Il | Qz | - |
| C2 | 66-110 | Qz, Il | - | - |
| C3 | 110-130 | Qz, Il | - | - |
| C4 | 130-160 | Qz, Il | - | - |
| Solo GM1 | | | | |
| A | 0-45 | Qz, Il | Qz, Fp | Ct, Qz |
| Cg | 45-60 | Qz, Il | Qz, Fp | Ct, Qz |
| 2C1 | 60-115 | Qz | Qz, Fp | Ct, Qz, Gb |
| 3C2 | 115-142 | Qz | Qz, Fp, An | Ct, Qz, Gb |
| Solo SGd2 | | | | |
| A1 | 0-12 | Qz, Il | Qz, Cb, Fp | Ct, Qz |
| A2 | 12-35 | Qz, Il | Qz, Cb, Fp | Ct, Qz |
| E | 35-66 | Qz, Il | Qz, Cb, Fp, Il | Ct, Qz |
| Btg | 66-114 | Qz, Il, Fp | Qz, Cb, Fp, Il | Ct, Qz |
| Bt | 114-150 | Qz, Il, Fp | Qz, Cb, Fp, Il | Ct, Qz |
| Horto Minas do Leão | | | | |
| Solo SGd3 | | | | |
| Ap1 | 0-10 | Qz, Fp | Qz, Fp, Il | Ct, Gb, Qz |
| A2 | 10-35 | Qz, Fp | Qz, Fp | Ct, Gb, Qz |
| E | 35-54 | Qz, An, Fp | Qz, Fp | Ct, Gb, Qz |
| Btg | 54-73 | Qz | Qz, Fp | Ct, Gb, Qz |
| Cg1 | 73-115 | Qz, Fp | Qz, Fp, Il | Ct, Gb, Qz |
| Cg2 | 115-167 | Qz, Fp | Qz, Fp, Il | Ct, Gb, Qz |
| Horto São Vicente | | | | |
| Solo RLd3 | | | | |
| A1 | 0-10 | Qz | Ct, Qz, Fp | Mi, Ct |
| A2 | 10-30 | Qz | Ct, Qz, Fp | Mi, Ct |
| B/BC | 30-60 | Ct, Qz, Fp | Ct, Qz | Mi, Ct |
| BC/B | 60-80 | Ct, Qz, Fp | Ct, Qz | Mi, Ct |

... continua ...

TABELA 2, Cont.

| Horizonte | Profundidade cm | Areia | Minerais ¹ | |
|--------------------------------|--------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------|
| | | | Silte | Argila |
| Horto Água Boa Solo CXvd4 | | | | |
| Ap1 | 0-14 | Qz, Na, Fp, Cb | Qz, Fp, Il, Na | Mi, Ct, Fp |
| A2 | 14-30 | Mi, Qz, An, Fp, Hm, Cb | Qz, Fp, Il, Na | Mi, Ct |
| AB | 30-41 | Mi, Qz, An, Fp, Il, Hm | Qz, Fp, Il, Na | Mi, Ct, Fp |
| Bi1 | 41-54 | Qz, Na, Fp | Qz, Fp, Il, Na | Mi, Ct, Fp |
| Bi2 | 54-70 | Qz, An, Fp | Qz, Fp, Il, An, Ct | Mi, Ct, Fp |
| BC | 70-95 | Qz, An, Fp | Qz, Fp, Na, Ct | Mi, Ct, Fp |
| C | 95-130 | Mi, Qz, Il, An, Fp | Qz, Fp, Il, Ct | Mi, Ct, Fp, Em, Vm |
| Horto Santa Rosa Solo CXvd1 | | | | |
| A1 | 0-18 | Qz, Il, Fp | Qz, Fp | Mi, Ct, Fp |
| A2 | 18-47 | Qz, Il, Fp | Qz, Il, Fp, Ct | Mi, Ct, Fp |
| AB | 45-55 | Qz, Il, Fp, Na | Qz, Il, Fp, Ct | Mi, Ct, Fp |
| Bi | 55-100 | Qz, Il, Fp, Na | Qz, Il, Fp, Ct | Mi, Ct |
| BC | 100-140 | Qz, Il, Fp, Na | Qz, Il, Fp, Ct | Mi, Ct |
| Horto Terra Dura Solo PVd1 | | | | |
| A1 | 0-20 | Qz, Fp | Qz, Hm, Na, Fp | Mi, Ct, Qz |
| A2 | 20-25 | Qz, Il, Fp | Qz, Na, Fp, Qz, Hm, Na, | Mi, Ct, Qz |
| Bt1 | 25-63 | Qz | Fp | Mi, Ct, Qz |
| Bt2 | 63-94 | Qz, Cb | Qz, Hm, Fp | Mi, Ct, Qz |
| BC1 | 94-117 | Qz | Qz, Fp | Mi, Ct, Qz |
| BC2 | 117-154 | Qz, Fp | Qz, Fp | Mi, Ct, Qz |
| Horto Pilar Solo PVd4 | | | | |
| AB | 6-20 | Qz, Mi | Qz, Fp | Ct, Gb, Qz |
| BA | 20-31 | Qz, Hm, Mi, Fp | Qz, Hm, Fp, Ct, Qz, Hm, | Ct, Gb, Qz |
| Bt1 | 31-79 | Qz, Mi, | Na | Ct, Gb, Qz |
| Bt2 | 79-112 | Qz, Mi, Ct | Ct, Qz, Na | Ct, Gb, Qz |
| BC | 112-153 | Qz, Mi, Fp, Ct | Ct, Qz, Fp, Na | Ct, Gb, Qz |
| C | 153-170 | Qz, Mi, Fp, Ct | Ct, Qz, Fp, Na | Ct, Gb, Qz |

... continua ...

TABELA 2, Cont.

| Horizonte | Profundidade cm | Areia | Minerais ¹ | |
|-------------------------------|--------------------|------------|-------------------------------|------------|
| | | | Silte | Argila |
| Horto Bom Retiro Solo PVD1 | | | | |
| Ap1 | 0-18 | Qz | Qz, Hm, Fp | Ct, Mi, Qz |
| A2 | 18-49 | Qz, Hm, Fp | Qz, Hm, Fp, Il Qz, Hm, An, | Ct, Mi, Qz |
| AB | 49-81 | Qz, Hm, Fp | Fp | Ct, Mi, Qz |
| BA | 81-100 | Qz, Hm | Qz, Hm, Fp | Ct, Mi, Qz |
| Bt1 | 100-141 | Qz, Hm | Qz, Hm, Fp | Ct, Mi, Qz |
| Horto Cambará Solo PVD3 | | | | |
| A | 0-16 | Qz, Hm | Qz, Hm | Ct, Qz |
| AB | 16-28 | Qz, Fp | Qz, Hm, Fp | Ct, Qz |
| Bt1 | 28-47 | Qz | Qz, Cb, Hm | Ct, Qz |
| Bt2 | 47-76 | Qz | Qz, Hm | Ct, Qz |
| Bt3 | 76-88 | Qz | Qz, Hm, Fp | Ct, Qz |
| BC | 88-120 | Qz | Qz, Hm | Ct, Qz |
| C | 120-160 | Qz | Qz, Hm | Ct, Qz |
| Horto Jung Solo PVA4 | | | | |
| Ap1 | 0-9 | Qz, Hm | Qz | Ct, Qz |
| A2 | 9-39 | Qz, Hm | Qz, Hm | Ct, Qz |
| E1 | 39-89 | Qz, Hm | Qz, Fp, Hm | Ct, Qz, Gb |
| Bt1 | 107-137 | Qz, Hm | Qz, Fp, Hm | Ct, Qz, Gb |
| Horto Camélia Solo PVA2 | | | | |
| A1 | 0-21 | Qz, Fp, Hm | Qz, Cb, Fp, Hm | Ct, Qz |
| A2 | 21-33 | Qz, Fp, Hm | Qz, Hm | Ct, Qz, Gb |
| AB | 33-51 | Qz, Hm | Qz, Hm | Ct, Qz, Gb |
| BA | 51-76 | Qz, Hm, Fp | Qz, Hm, An Qz, Hm, Fp, | Ct, Qz |
| Bt1 | 76-115 | Qz, Hm, Fp | An | Ct, Qz |
| Bt2 | 115-167 | Qz, Hm | Qz, Hm, Fp, An, Cb | Ct, Qz |
| Bt3 | 167-180 | Qz, Hm | Qz, Hm, Fp, Cb | Ct, Qz |

¹ Qz = quartzo; Il = ilmenita; Ct = caulinita; Fp = feldspato; An = anatásio; Gb = gibbsita; Cb = cristobalita; Mi = mica; Hm = hematita; Em = esmectita; Vm = vermiculita.

No Horto Barba Negra, o Neossolo Quartzarênico revela uma mineralogia muito simples em suas frações granulométricas constituída, principalmente, pelo quartzo, além de ilmenita e caulinita (Figura 3). Esta composição mineralógica, de reserva nutricional praticamente nula, está relacionada aos sedimentos arenosos pobres como materiais de origem (Resende et al., 1988) (Tabela 1).

Os solos com problemas de drenagem (Gleissolos e Planossolos Hidromórficos) apresentam baixos teores de feldspatos nas frações silte dos solos GM1 e SGd2 e nas frações silte e areia do solo SGd3 (Figuras 4 a 6), condicionando uma pequena reserva em Ca (Tabela 3) e K (Tabela 5). Nas frações areia e silte do solo SGd3 esta reserva é um pouco maior.

Nos solos GM1 e SGd3, observou-se a ocorrência de gibbsita na fração argila em baixas concentrações, que deve ter se originado de materiais trazidos de outros solos de elevações circunvizinhas ou ter sido formada *in situ*, devido ao ambiente mal drenado e com pH relativamente mais elevado, favorecendo a remoção de sílica e a formação deste mineral (Motta & Kämpf, 1992), embora não signifique reserva de nutrientes para as plantas de eucalipto, possibilitando, principalmente, a retenção de ânions em sua superfície (Resende et al., 2002a).

A composição mineralógica dos Neossolos Litólicos e dos Cambissolos pode ser observada nas Figuras 7 a 9. Feldspatos foram identificados em todas as frações e micas na fração argila, sendo nesta última fração, encontrada em maiores quantidades no solo CXvd4 (Figura 9). Além disso, esmectita e vermiculita em quantidades diminutas também estão presentes na fração argila do horizonte C deste solo, conferindo-lhe maior capacidade de troca de cátions.

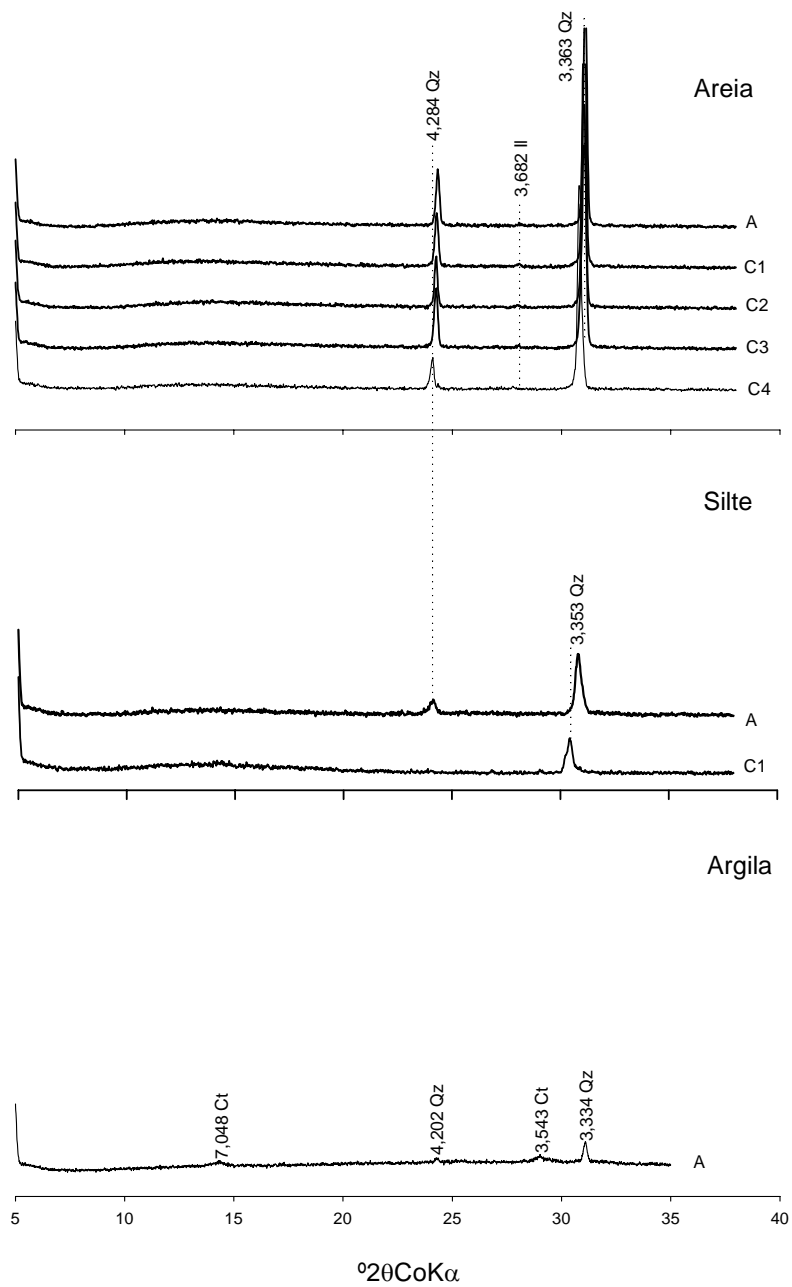


FIGURA 3 Difractogramas de raios X de amostras das frações areia, silte e argila do solo RQo. Números representam espaçamento d em Å.

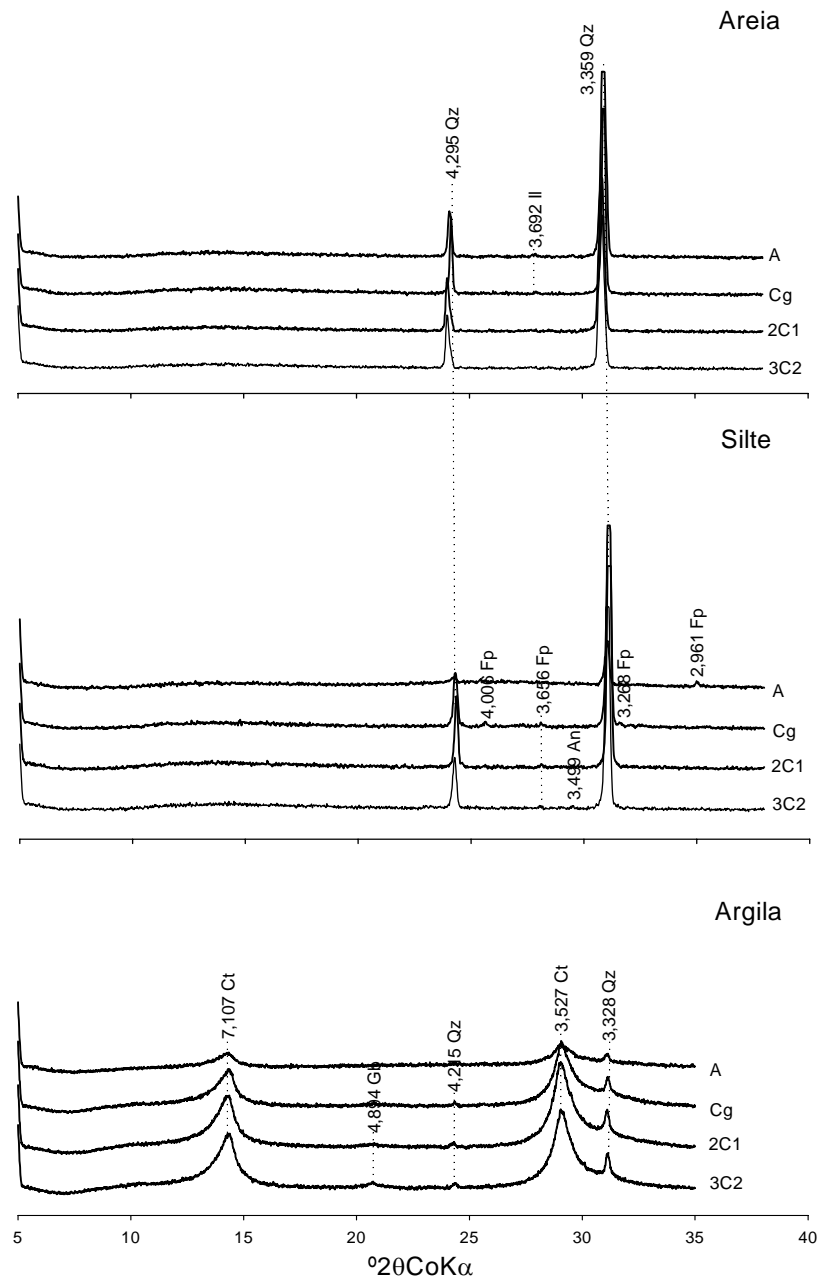


FIGURA 4 Difratogramas de raios X de amostras das frações areia, silte e argila do solo GM1. Números representam espaçamento d em Å.

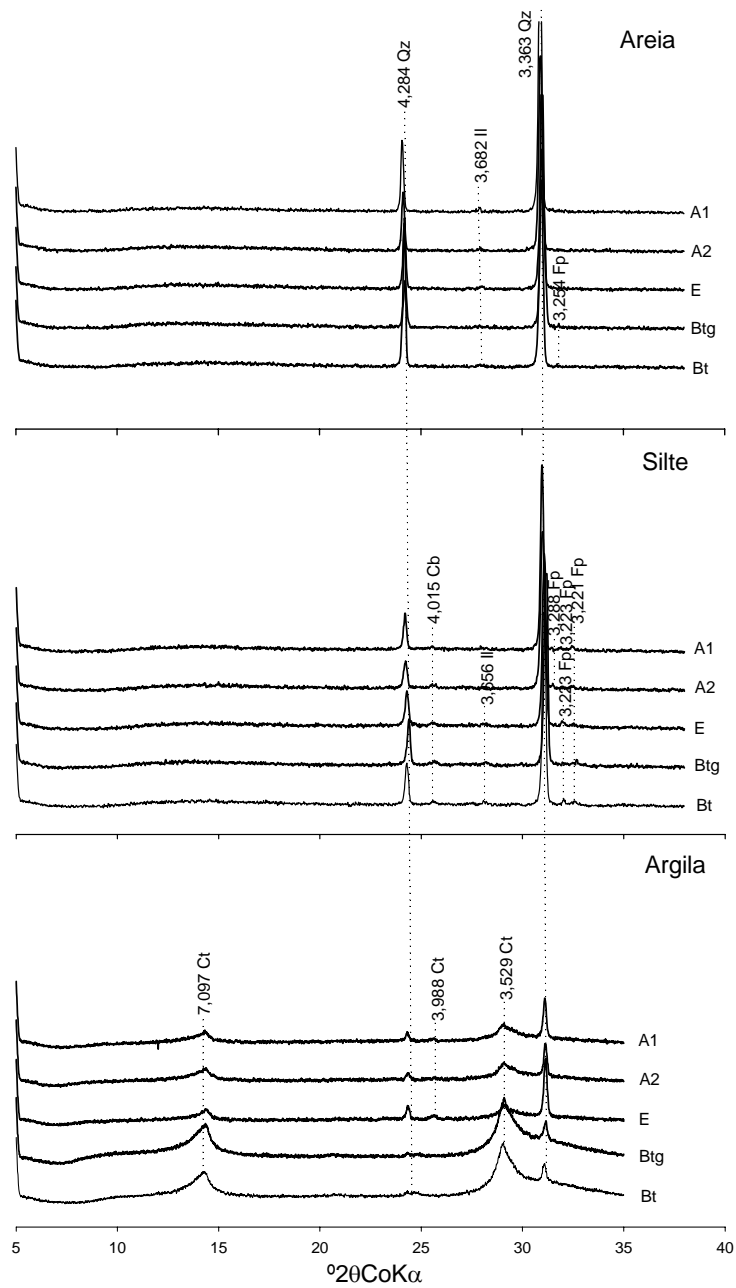


FIGURA 5 Difractogramas de raios X de amostras das frações areia, silte e argila do solo SGd2. Números representam espaçamento d em Å.

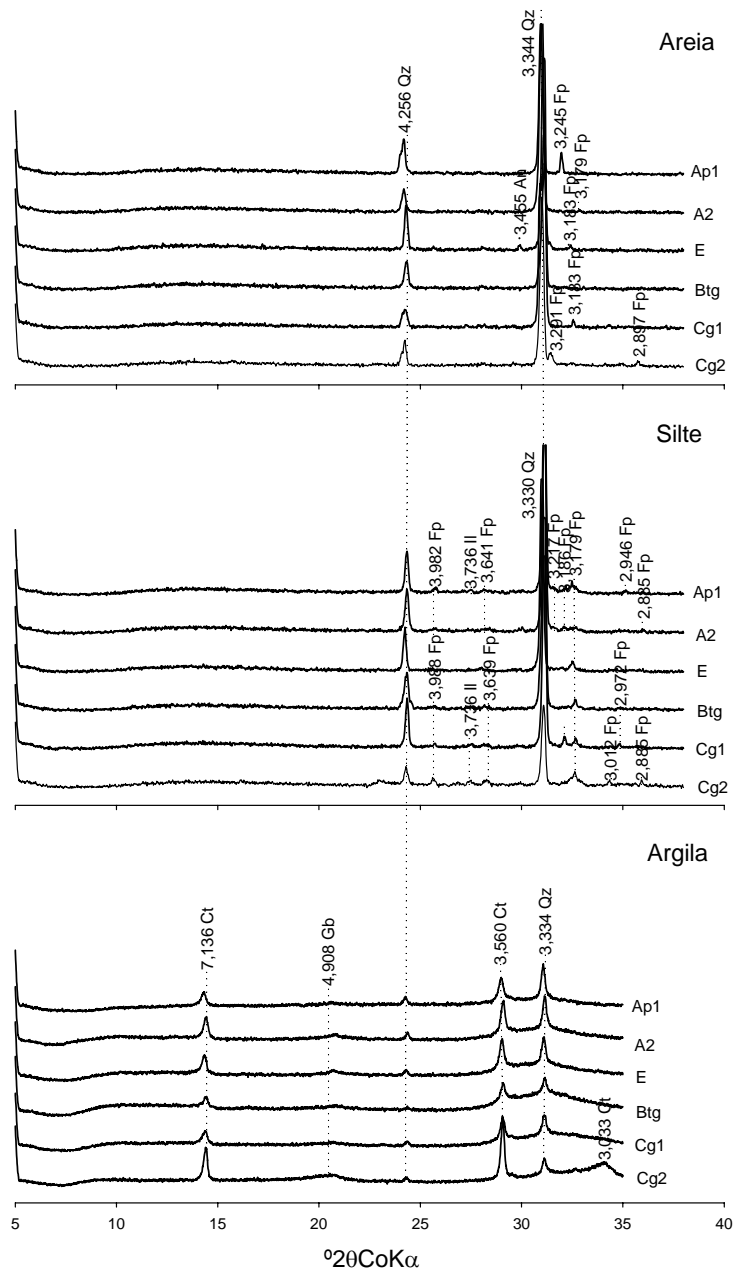


FIGURA 6 Difratoigramas de raios X de amostras das frações areia, silte e argila do solo SGd3. Números representam espaçamento d em Å.

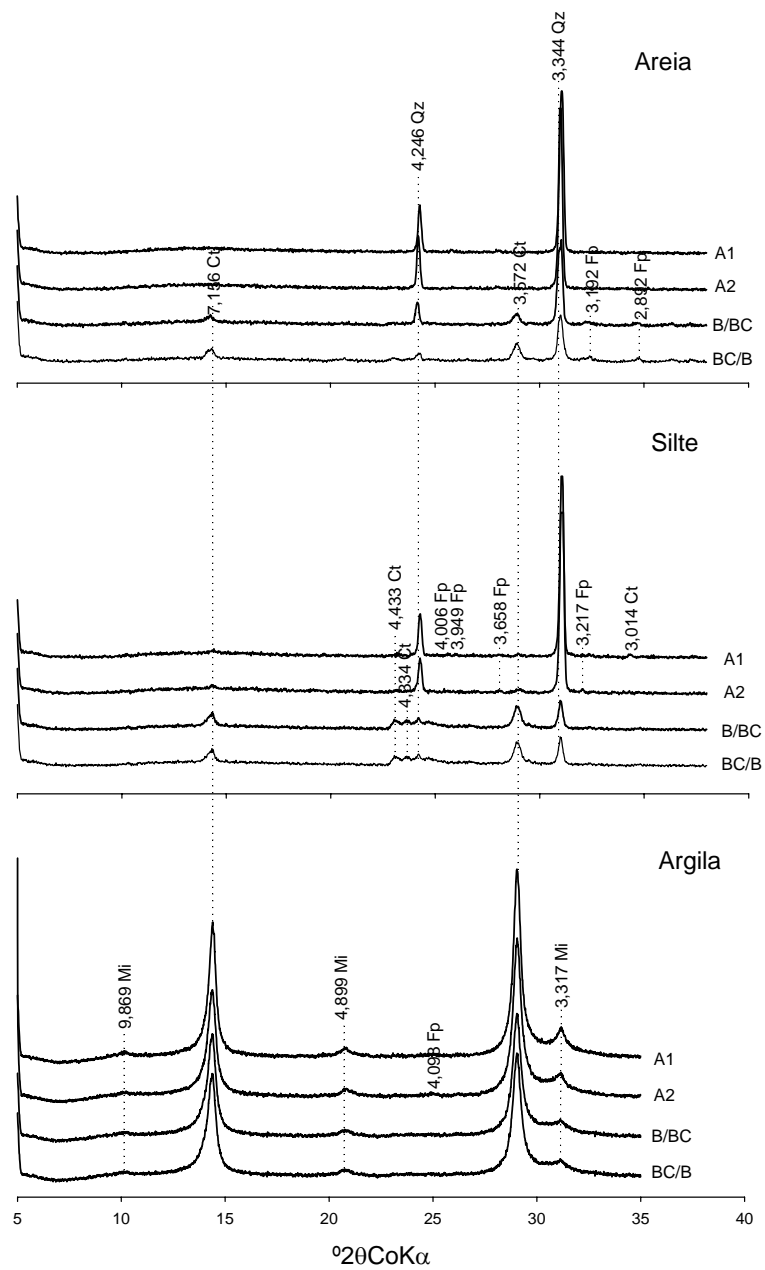


FIGURA 7 Difratoigramas de raios X de amostras das frações areia, silte e argila do solo RLD3. Números representam espaçamento d em Å.

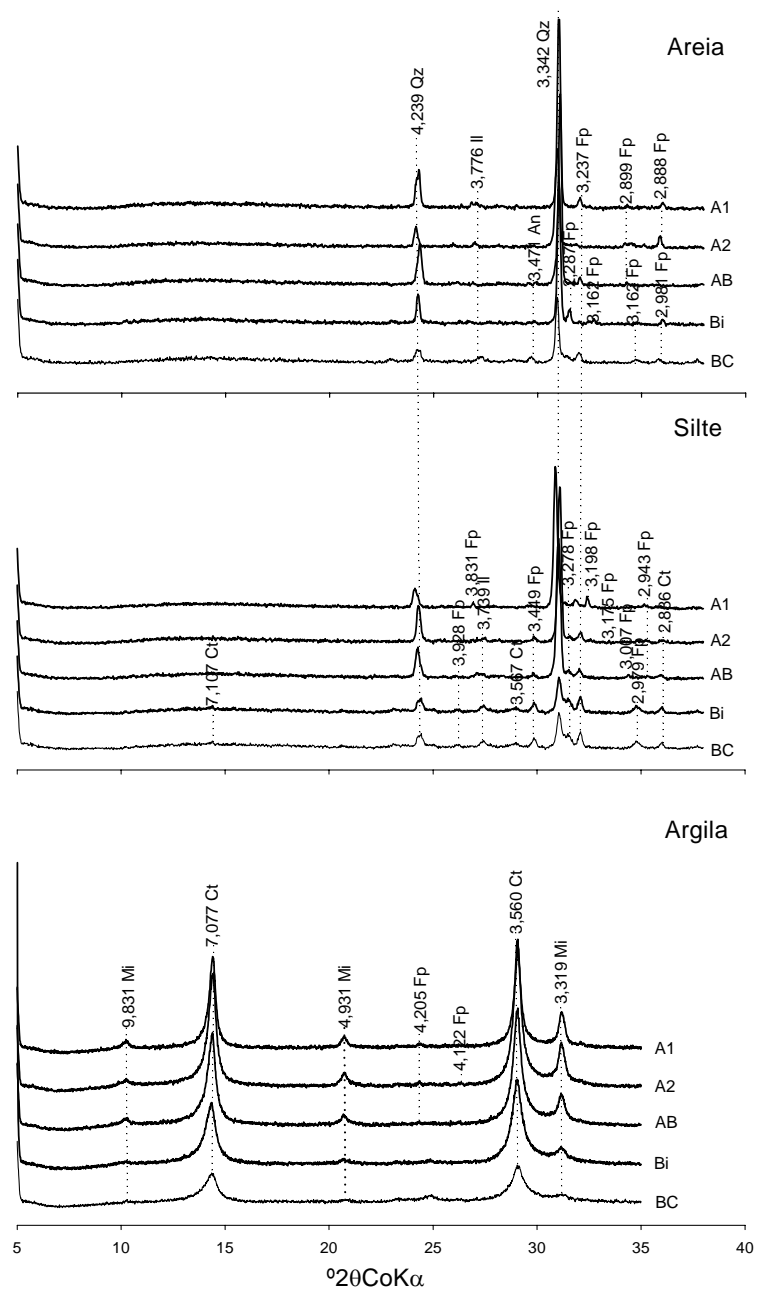


FIGURA 8 Difratoigramas de raios X de amostras das frações areia, silte e argila do solo CXvd1. Números representam espaçamento d em Å.

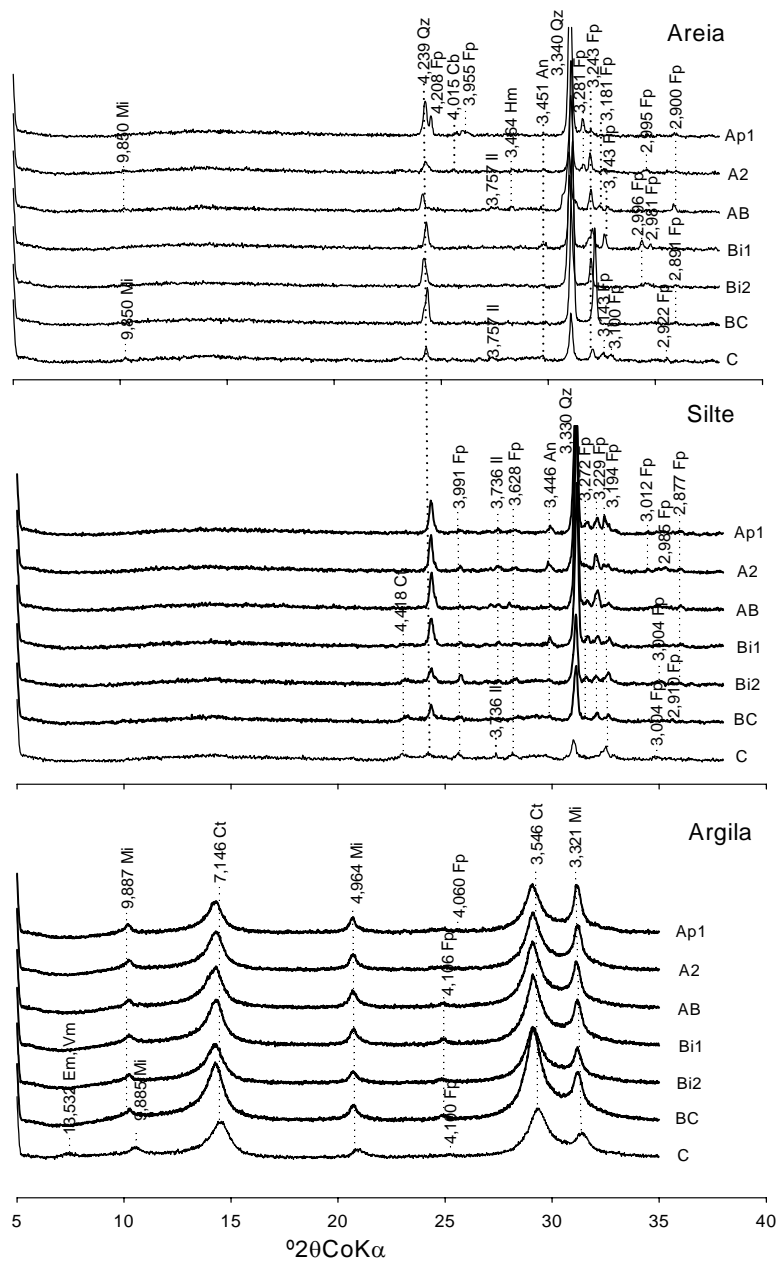


FIGURA 9 Difratoformas de raios X de amostras das frações areia, silte e argila do solo CXvd4. Números representam espaçamento d em Å.

Os feldspatos potássicos são mais resistentes ao intemperismo que os feldspatos cálcicos (Curi et al., 2005). O K presente nos feldspatos não está prontamente disponível para as plantas de eucalipto, pois está fortemente ligado aos átomos de oxigênio dos tetraedros de SiO_4 e AlO_4 , compensando a deficiência de cargas da estrutura. Dessa maneira, a liberação dos íons K^+ requer a dissolução do feldspato. Em solos pouco intemperizados, como os Neossolos Litólicos e os Cambissolos, essa liberação de K pelos feldspatos é capaz de ajudar a suprir as plantas de eucalipto durante alguns ciclos. O mesmo raciocínio se aplica ao Ca, ressaltando-se a menor resistência ao intemperismo dos feldspatos cálcicos em relação aos potássicos e a conseqüente possibilidade de liberação mais rápida de Ca em relação ao K para a solução do solo, em condições equiparáveis.

As diferenças entre os potenciais iônicos (carga/raio) do K^+ (raio iônico = 1,33 Å) e do Ca^{2+} (raio iônico = 0,99 Å) (Mahan & Myers, 2003) explicam a menor resistência dos feldspatos cálcicos ao intemperismo em relação aos potássicos. O potencial do K^+ é 0,75, bem menor que o do Ca^{2+} que é 2,02, portanto, este último interage mais facilmente com os dipolos elétricos das moléculas de água (Shriver & Atkins, 2003). Além disso, cada íon Ca^{2+} combina com duas moléculas de água em seus oxigênios negativamente polarizados originando uma estrutura quelatizada, portanto, muito mais estável que aquela decorrente da ligação de apenas um íon K^+ com cada molécula de água.

A presença de caulinita nas frações areia e silte do solo RLd3 e na fração silte do solo CXvd1 deve-se, provavelmente, a problemas durante a dispersão das amostras ou à presença de pseudomorfos de caulinita a partir de feldspatos (Pinto, 1971; Moraes, 1975; Parzanese, 1991; Muggler, 1998).

Os Argissolos representam o grupamento de solos de maior expressão geográfica neste trabalho como também no Rio Grande do Sul (Streck et al.,

2002). Mineralogicamente, podem ser divididos em dois conjuntos: os Argissolos Vermelhos e os Argissolos Vermelho-Amarelos.

De forma geral, os Argissolos Vermelhos possuem, na sua composição mineralógica, maiores teores de micas que os Argissolos Vermelho-Amarelos. Deve ser salientado que a liberação de K e Mg das micas para o sistema solo requer a intemperização destes minerais, caracterizando uma reserva nestes nutrientes para o eucalipto. Ainda, as micas trioctaedrais (biotita) são mais suscetíveis à alteração e conseqüente liberação de K e Mg para o solo, enquanto as micas dioctaedrais (muscovita) são mais resistentes à alteração e conseqüente liberação de K para o solo. Essa diferença é atribuída ao fato de, nas micas trioctaedrais, o comprimento da ligação K-O ser maior (~ 0,3 nm), o que faz esta ligação ser mais fraca do que nas micas dioctaedrais (K-O = 0,285 nm). Em acréscimo, nas micas dioctaedrais, a repulsão exercida pelos íons Al^{3+} octaedrais sobre o H^+ da oxidrila desvia este H em direção ao octaedro vago, afastando-o mais do K. Por outro lado, nas micas trioctaedrais, o vetor da ligação OH é perpendicular ao plano da camada, pois, o H é igualmente repelido pelos cátions (Mg^{2+} , Fe^{2+}) que estão ocupando todos os octaedros, fazendo com que haja maior proximidade dos íons H^+ aos íons K^+ , produzindo uma maior repulsão e uma ligação mais fraca do K nas micas trioctaedrais do que nas micas dioctaedrais (Kämpf & Curi, 2003; Curi et al., 2005).

Nos Argissolos Vermelhos dos Hortos Terra Dura e Bom Retiro, foram observadas micas em todos os horizontes da fração argila, como pode ser visto nas Figuras 10 e 11. No solo PVd4, a mica está presente nos horizontes BC e C da fração areia (Figura 12). O solo PVd3 foi o único solo deste grupo onde não foi detectada a presença de mica em nenhuma das frações estudadas (Figura 13).

Feldspatos estão presentes nas frações areia e silte de todos os perfis de Argissolos Vermelhos estudados. Os Argissolos Vermelho-Amarelos revelaram ausência de minerais fontes de nutrientes, excetuando-se pequenos teores de

feldspatos nas frações areia e silte do PVA4 e na fração silte do PVA2 (Figuras 14 e 15). Provavelmente, os materiais de origem destes solos são mais pobres que aqueles dos Argissolos Vermelhos. Este fato coloca ênfase na cor do solo como indicativa de ambientes diferenciais, em termos de fertilidade do solo (Resende et al., 1988 e 2005).

Argilominerais do tipo 1:1, como a caulinita, amplamente dominante na fração argila dos Argissolos, podem apresentar íons K^+ adsorvidos na superfície externa, ou seja, prontamente disponíveis para as plantas de eucalipto (Curi et al., 2005), mas não se constituindo em reserva mineral.

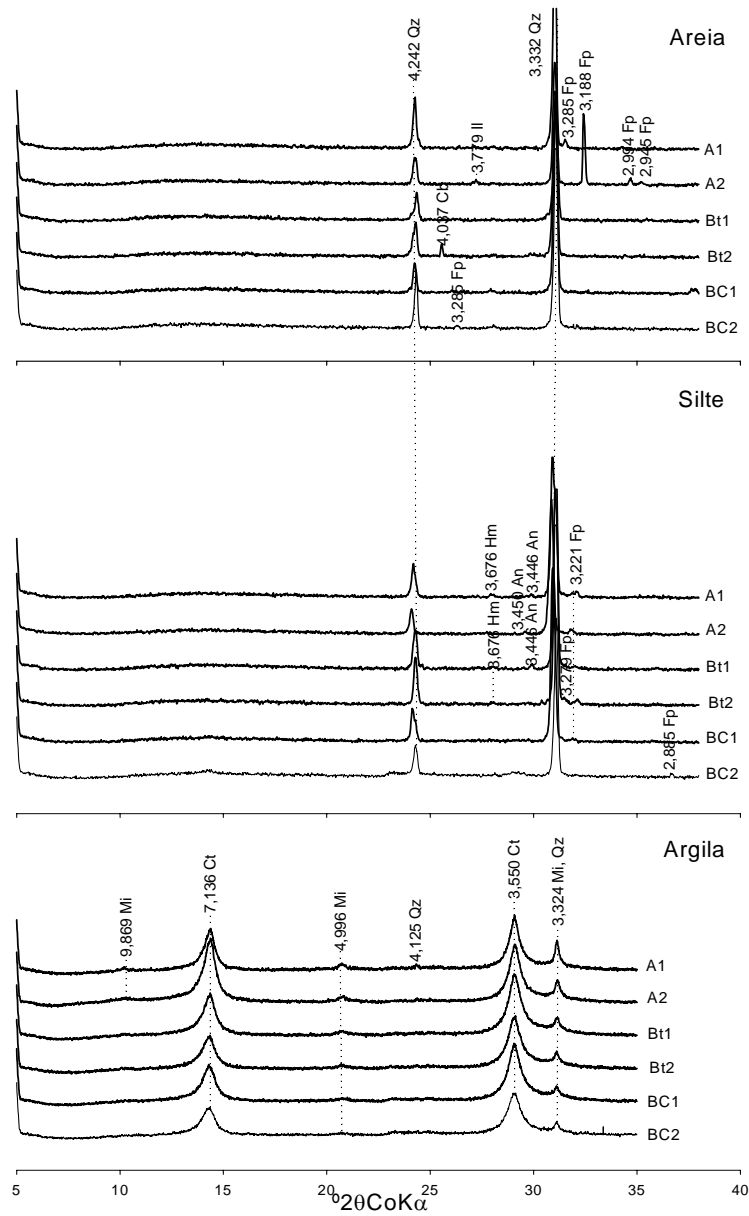


FIGURA 10 Difratoigramas de raios X de amostras das frações areia, silte e argila do solo PVD1 do Horto Terra Dura. Números representam espaçamento d em Å.

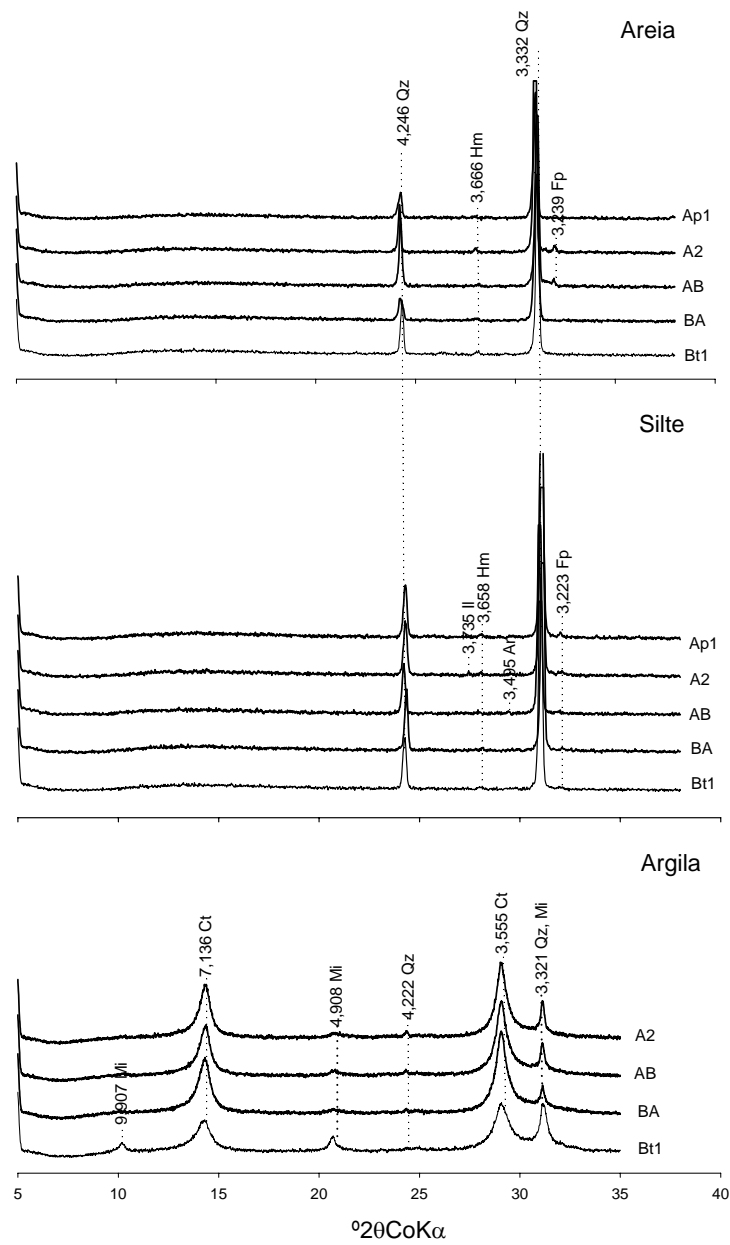


FIGURA 11 Difratomogramas de raios X de amostras das frações areia, silte e argila do solo PVD1 do Horto Bom Retiro. Números representam espaçamento d em Å.

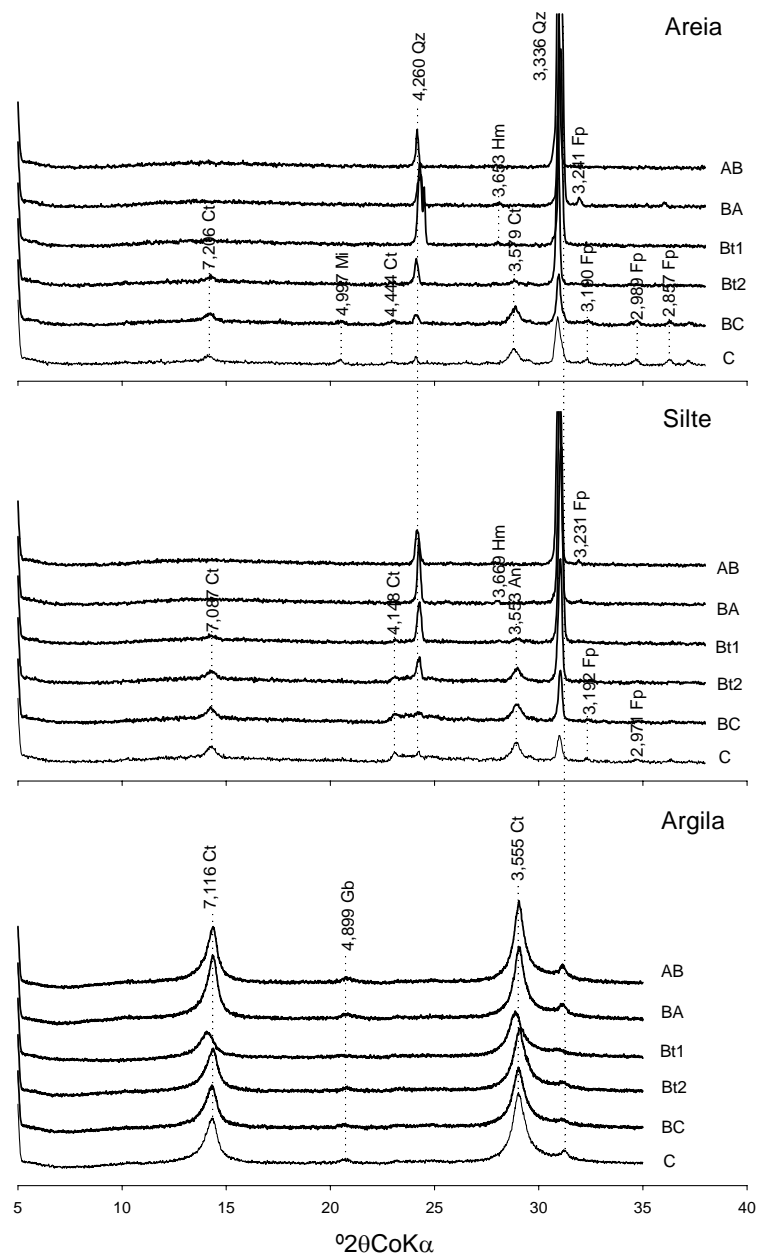


FIGURA 12 Difratoigramas de raios X de amostras das frações areia, silte e argila do solo PVd4. Números representam espaçamento d em Å.

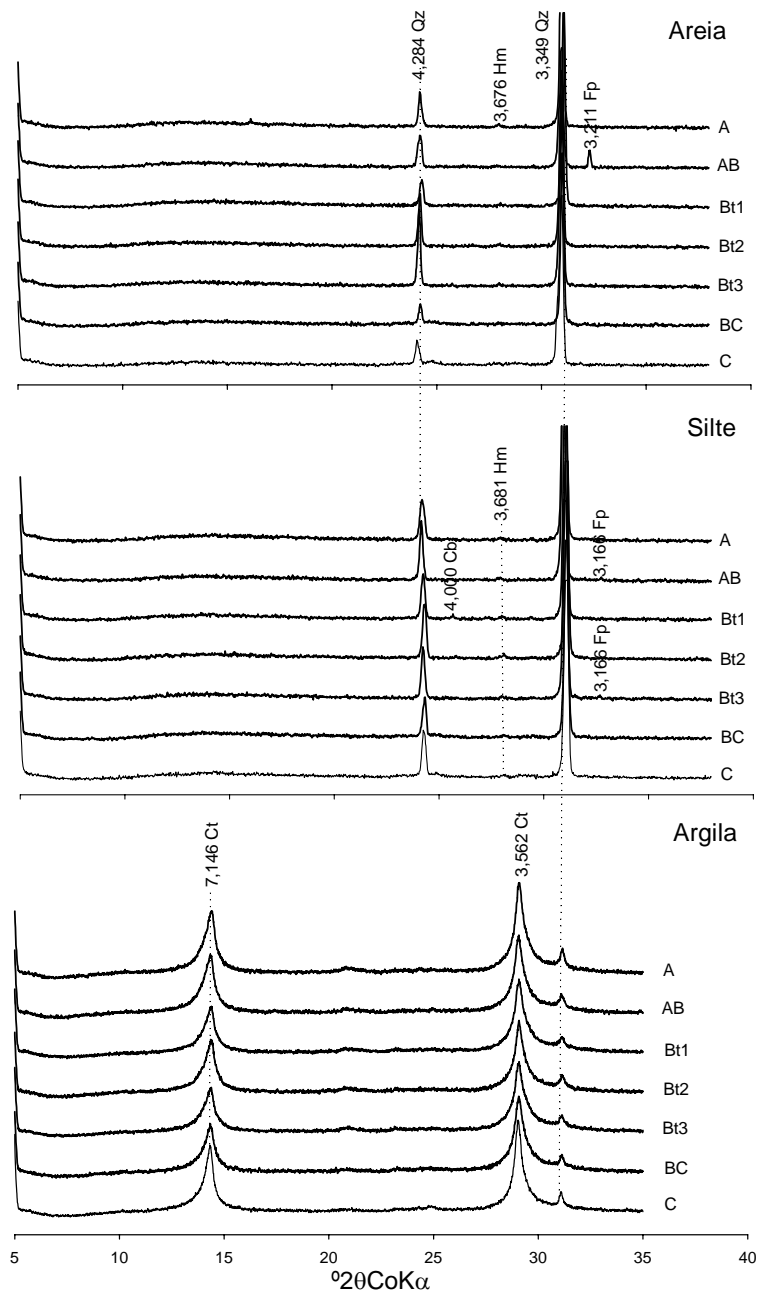


FIGURA 13 Difratogramas de raios X de amostras das frações areia, silte e argila do solo PVD3. Números representam espaçamento d em Å.

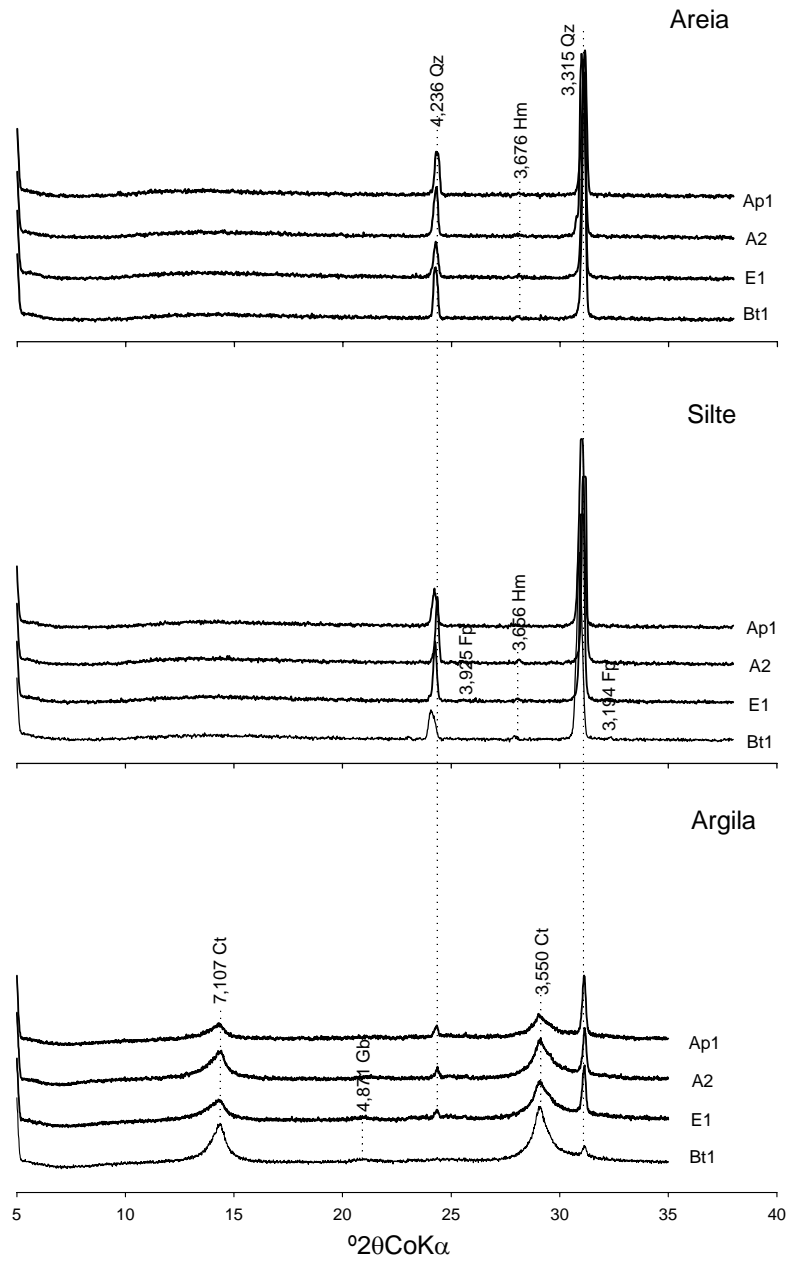


FIGURA 14 Difractogramas de raios X de amostras das frações areia, silte e argila do solo PVA4. Números representam espaçamento d em Å.

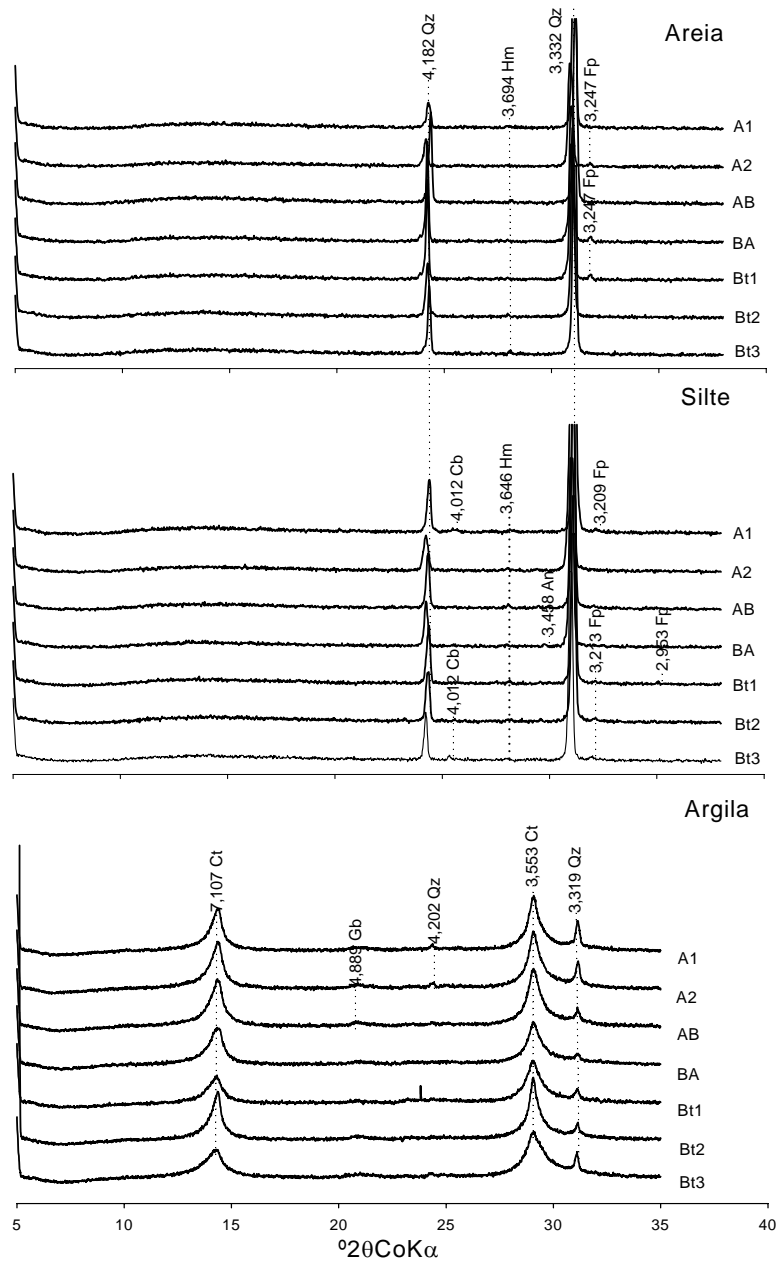


FIGURA 15 Difratoformas de raios X de amostras das frações areia, silte e argila do solo PVA2. Números representam espaçamento d em Å.

3.2 Caracterização química

Os resultados do ataque sulfúrico e da extração com KCl 1 mol L⁻¹ para o Ca encontram-se na Tabela 3.

TABELA 3 Teores de Ca pelo ataque sulfúrico e pelo KCl 1 mol L⁻¹ para os solos estudados

| Horizonte | Profundidade -----cm----- | Ataque sulfúrico -----mg dm ⁻³ ----- | Trocável |
|---------------------|------------------------------|--|----------|
| Horto Barba Negra | | | |
| Solo RQo | | | |
| A1 | 0-22 | 89 | 18 |
| C1 | 22-66 | 81 | 6 |
| C2 | 66-110 | 114 | 5 |
| C3 | 110-130 | 114 | 4 |
| C4 | 130-160 | 41 | 7 |
| Solo GM1 | | | |
| A | 0-45 | 1138 | 80 |
| Cg | 45-60 | 976 | 80 |
| 2C1 | 60-115 | 1301 | 120 |
| 3C2 | 115-142 | 1301 | 120 |
| Solo SGd2 | | | |
| A1 | 0-12 | 5691 | 540 |
| A2 | 12-35 | 1951 | 160 |
| E | 35-66 | 3740 | 360 |
| Btg | 66-114 | 8943 | 860 |
| Bt | 114-150 | 10569 | 1000 |
| Horto Minas do Leão | | | |
| Solo SGd3 | | | |
| Ap1 | 0-10 | 34959 | 2080 |
| A2 | 10-35 | 4878 | 260 |
| E | 35-54 | 21951 | 500 |
| Btg | 54-73 | 24390 | 2000 |
| Cg1 | 73-115 | 40650 | 2440 |
| Cg2 | 115-167 | 6812 | 2600 |

... continua ...

TABELA 3, Cont.

| Horizonte | Profundidade -----cm----- | Ataque sulfúrico -----mg dm ⁻³ ----- | Trocável |
|-------------------|------------------------------|--|----------|
| Horto São Vicente | | | |
| Solo RLd3 | | | |
| A1 | 0-10 | 732 | 160 |
| A2 | 10-30 | 406 | 140 |
| B/BC | 30-60 | 162 | 140 |
| BC/B | 60-80 | 162 | 80 |
| Horto Água Boa | | | |
| Solo CXvd4 | | | |
| Ap1 | 0-14 | 6504 | 500 |
| A2 | 14-30 | 1626 | 220 |
| AB | 30-41 | 1463 | 200 |
| Bi1 | 41-54 | 1057 | 220 |
| Bi2 | 54-70 | 1057 | 260 |
| BC | 70-95 | 813 | 260 |
| C | 95-130 | 1951 | 440 |
| Horto Santa Rosa | | | |
| Solo CXvd1 | | | |
| A1 | 0-18 | 1301 | 160 |
| A2 | 18-47 | 976 | 100 |
| AB | 45-55 | 650 | 80 |
| Bi | 55-100 | 406 | 200 |
| BC | 100-140 | 813 | 160 |
| Horto Terra Dura | | | |
| Solo PVd1 | | | |
| A1 | 0-20 | 4390 | 440 |
| A2 | 20-25 | 1463 | 180 |
| Bt1 | 25-63 | 488 | 200 |
| Bt2 | 63-94 | 650 | 240 |
| BC1 | 94-117 | 488 | 260 |
| BC2 | 117-154 | 406 | 240 |
| Horto Pilar | | | |
| Solo PVd4 | | | |
| AB | 6-20 | 569 | 180 |
| BA | 20-31 | 406 | 200 |
| Bt1 | 31-79 | 244 | 160 |
| Bt2 | 79-112 | 244 | 180 |
| BC | 112-153 | 162 | 160 |
| C | 153-170 | 162 | 80 |

... continua ...

TABELA 3, Cont.

| Horizonte | Profundidade -----cm----- | Ataque sulfúrico -----mg dm ⁻³ ----- | Trocável |
|------------------|------------------------------|--|----------|
| Horto Bom Retiro | | | |
| Solo PVd1 | | | |
| Ap1 | 0-18 | 3252 | 280 |
| A2 | 18-49 | 1301 | 160 |
| AB | 49-81 | 894 | 160 |
| BA | 81-100 | 894 | 160 |
| Bt1 | 100-141 | 406 | 240 |
| Horto Cambará | | | |
| Solo PVd3 | | | |
| A | 0-16 | 2504 | 260 |
| AB | 16-28 | 1935 | 240 |
| Bt1 | 28-47 | 1366 | 240 |
| Bt2 | 47-76 | 1138 | 160 |
| Bt3 | 76-88 | 683 | 160 |
| BC | 88-120 | 569 | 140 |
| C | 120-160 | 569 | 140 |
| Horto Jung | | | |
| Solo PVA4 | | | |
| Ap1 | 0-9 | 15447 | 1240 |
| A2 | 9-39 | 2358 | 220 |
| E1 | 39-89 | 1463 | 140 |
| Bt1 | 107-137 | 976 | 140 |
| Horto Camélia | | | |
| PVA2 | | | |
| A1 | 0-21 | 2602 | 240 |
| A2 | 21-33 | 1382 | 160 |
| AB | 33-51 | 1219 | 160 |
| BA | 51-76 | 1057 | 320 |
| Bt1 | 76-115 | 1057 | 320 |
| Bt2 | 115-167 | 813 | 360 |
| Bt3 | 167-180 | 976 | 300 |

Como era esperado, os teores de Ca extraídos pelo ataque sulfúrico foram maiores que os extraídos pelo KCl. No Neossolo Quartzarênico, os teores trocáveis e os extraídos pelo ataque sulfúrico foram, disparadamente, os menores de todos os solos, em consonância com a pobreza geral dos sedimentos muito arenosos que lhe deram origem (Tabela 1), o que é consubstanciado pela sua mineralogia essencialmente quartzítica, com pouquíssima caulinita (Tabela 2 e Figura 3).

Nos solos com problemas de drenagem, GM1, SGd2 e SGd3, há variações nos teores de nutrientes ao longo dos perfis devido à diferença na natureza dos sedimentos depositados que os formaram. Nestes solos observaram-se maiores valores de Ca nos horizontes subsuperficiais, tanto para os teores extraídos pelo ácido sulfúrico como para os teores trocáveis. Vale a pena ressaltar que os solos SGd2 e SGd3 revelaram os maiores valores de Ca extraídos pelo ácido sulfúrico entre todos os solos, enfatizando uma maior reserva deste nutriente para as plantas de eucalipto. Os feldspatos identificados nas frações areia e silte destes solos (Tabela 2 e Figuras 5 e 6), particularmente no SGd3, ajudam a explicar tais resultados.

Nos solos jovens e muito jovens, bem drenados, Cambissolos e Neossolos Litólicos, os teores mais elevados de Ca tendem a ocorrer no horizonte superficial, provavelmente devido à erosão natural, expondo novo material (Resende et al., 2005), com potencial para a liberação deste nutriente. A presença de esmectita e ou vermiculita na fração argila do horizonte C do solo CXvd4 (Figura 9) explica os maiores valores de Ca trocável deste horizonte em relação aos demais horizontes deste perfil, exclusive o horizonte Ap1.

De modo geral, os solos de textura média/argilosa deste estudo, os Argissolos, revelaram, como tendência, maiores valores de Ca (ataque sulfúrico e trocável) em direção à superfície, conforme já discutido anteriormente para Cambissolos e Neossolos Litólicos.

Na Tabela 4 encontram-se os resultados do ataque sulfúrico e da extração com KCl 1 mol L⁻¹ para o Mg.

TABELA 4 Teores de Mg pelo ataque sulfúrico e pelo KCl 1 mol L⁻¹ para os solos estudados.

| Horizonte | Profundidade -----cm----- | Ataque sulfúrico -----mg dm ⁻³ ----- | Trocável |
|---------------------|------------------------------|--|----------|
| Horto Barba Negra | | | |
| Solo RQo | | | |
| A1 | 0-22 | 179 | 15 |
| C1 | 22-66 | 134 | 5 |
| C2 | 66-110 | 134 | 4 |
| C3 | 110-130 | 119 | 4 |
| C4 | 130-160 | 92 | 4 |
| Solo GM1 | | | |
| A | 0-45 | 2315 | 24 |
| Cg | 45-60 | 1389 | 24 |
| 2C1 | 60-115 | 4092 | 288 |
| 3C2 | 115-142 | 3122 | 288 |
| Solo SGd2 | | | |
| A1 | 0-12 | 1755 | 156 |
| A2 | 12-35 | 1523 | 24 |
| E | 35-66 | 1210 | 144 |
| Btg | 66-114 | 5414 | 408 |
| Bt | 114-150 | 5116 | 432 |
| Horto Minas do Leão | | | |
| Solo SGd3 | | | |
| Ap1 | 0-10 | 4212 | 192 |
| A2 | 10-35 | 6423 | 180 |
| E | 35-54 | 10754 | 228 |
| Btg | 54-73 | 17476 | 312 |
| Cg1 | 73-115 | 13966 | 276 |
| Cg2 | 115-167 | 23674 | 1440 |
| Horto São Vicente | | | |
| Solo RLd3 | | | |
| A1 | 0-10 | 6049 | 24 |
| A2 | 10-30 | 8327 | 24 |
| B/BC | 30-60 | 8962 | 24 |
| BC/B | 60-80 | 8327 | 12 |

... continua ...

TABELA 4, Cont.

| Horizonte | Profundidade -----cm----- | Ataque sulfúrico -----mg dm ⁻³ ----- | Trocável |
|--------------------------------|------------------------------|--|----------|
| Horto Água Boa Solo CXvd4 | | | |
| Ap1 | 0-14 | 3465 | 180 |
| A2 | 14-30 | 4391 | 108 |
| AB | 30-41 | 8700 | 60 |
| Bi1 | 41-54 | 10717 | 108 |
| Bi2 | 54-70 | 14675 | 204 |
| BC | 70-95 | 12808 | 216 |
| C | 95-130 | 16057 | 432 |
| Horto Santa Rosa Solo CXvd1 | | | |
| A1 | 0-18 | 2166 | 24 |
| A2 | 18-47 | 2726 | 24 |
| AB | 45-55 | 6385 | 24 |
| Bi | 55-100 | 10381 | 120 |
| BC | 100-140 | 7468 | 24 |
| Horto Terra Dura Solo PVd1 | | | |
| A1 | 0-20 | 2487 | 96 |
| A2 | 20-25 | 3853 | 108 |
| Bt1 | 25-63 | 7767 | 120 |
| Bt2 | 63-94 | 7356 | 144 |
| BC1 | 94-117 | 7692 | 252 |
| BC2 | 117-154 | 8178 | 264 |
| Horto Pilar Solo PVd4 | | | |
| AB | 6-20 | 5937 | 156 |
| BA | 20-31 | 6684 | 120 |
| Bt1 | 31-79 | 8178 | 72 |
| Bt2 | 79-112 | 7842 | 48 |
| BC | 112-153 | 6796 | 24 |
| C | 153-170 | 5048 | 12 |
| Horto Bom Retiro Solo PVd1 | | | |
| Ap1 | 0-18 | 3025 | 72 |
| A2 | 18-49 | 2942 | 24 |
| AB | 49-81 | 3166 | 24 |
| BA | 81-100 | 4496 | 84 |
| Bt1 | 100-141 | 7879 | 216 |

... continua ...

TABELA 4, Cont.

| Horizonte | Profundidade -----cm----- | Ataque sulfúrico -----mg dm ⁻³ ----- | Trocável |
|----------------------------|------------------------------|--|----------|
| Horto Cambará Solo PVD3 | | | |
| A | 0-16 | 4809 | 324 |
| AB | 16-28 | 4787 | 216 |
| Bt1 | 28-47 | 5145 | 96 |
| Bt2 | 47-76 | 6086 | 204 |
| Bt3 | 76-88 | 6609 | 96 |
| BC | 88-120 | 5489 | 96 |
| C | 120-160 | 4406 | 96 |
| Horto Jung Solo PVA4 | | | |
| Ap1 | 0-9 | 2046 | 168 |
| A2 | 9-39 | 2382 | 108 |
| E1 | 39-89 | 2554 | 72 |
| Bt1 | 107-137 | 6273 | 192 |
| Horto Camélia Solo PVA2 | | | |
| A1 | 0-21 | 3204 | 156 |
| A2 | 21-33 | 3361 | 168 |
| AB | 33-51 | 4302 | 144 |
| BA | 51-76 | 7020 | 288 |
| Bt1 | 76-115 | 7767 | 288 |
| Bt2 | 115-167 | 7393 | 264 |
| Bt3 | 167-180 | 6759 | 420 |

No Neossolo Quartzarênico, o comportamento do Mg pelo ataque sulfúrico e teor trocável em relação aos demais solos foi semelhante ao do Ca, pelas mesmas razões levantadas anteriormente. No caso do Mg (Tabela 4), os teores são mais altos que os de Ca pelo ataque sulfúrico e ligeiramente mais baixos pelo KCl (Tabela 3), o que está de acordo com a relativa maior facilidade de movimentação de Mg fracamente retido na CTC em relação ao Ca no perfil do solo.

Nos solos com problemas de drenagem, Gleissolos e Planossolos Hidromórficos, os maiores valores de Mg (ataque sulfúrico e trocável) foram registrados em subsuperfície. A ausência de minerais fonte de Mg nestes solos (biotita, por exemplo), conforme os dados mineralógicos (Tabela 2 e Figuras 4 a 6), indica que, provavelmente, a calagem, incluindo uma possível movimentação do Mg para as camadas subsuperficiais, facilitada pela textura mais arenosa na superfície desses solos, ajuda a explicar tais resultados.

Nos Cambissolos (CXvd1 e CXvd4) também observou-se uma tendência de acúmulo de Mg nos horizontes mais profundos. No RLd3 os maiores valores de Mg extraídos pelo ácido sulfúrico e trocável foram registrados no horizonte mais superficial, em razão semelhante ao discutido para o Ca.

No solo CXvd4, os maiores valores de Mg trocável e extraído pelo ácido sulfúrico foram encontrados no horizonte C, devido à presença de esmectita e vermiculita (Figura 9).

Nos Argissolos, observou-se que os maiores teores de Mg pelo ataque sulfúrico foram registrados nos PVs, em comparação aos PVAs, em função dos maiores teores de mica dos primeiros (Tabela 2 e Figuras 10 a 15), reflexo do material de origem mais rico dos PVs.

Na Tabela 5 encontram-se os resultados do ataque sulfúrico e da extração com Mehlich-1 para o K.

TABELA 5 Teores de K pelo ataque sulfúrico e teores disponíveis pelo Mehlich-1 para os solos estudados.

| Horizonte | Profundidade -----cm----- | Ataque sulfúrico -----mg dm ⁻³ ----- | Disponível |
|---------------------|------------------------------|--|------------|
| Horto Barba Negra | | | |
| Solo RQo | | | |
| A1 | 0-22 | 59 | 19 |
| C1 | 22-66 | 47 | 2 |
| C2 | 66-110 | 47 | 2 |
| C3 | 110-130 | 35 | 2 |
| C4 | 130-160 | 35 | 2 |
| Solo GM1 | | | |
| A | 0-45 | 1298 | 31 |
| Cg | 45-60 | 637 | 17 |
| 2C1 | 60-115 | 2951 | 43 |
| 3C2 | 115-142 | 1770 | 33 |
| Solo SGd2 | | | |
| A1 | 0-12 | 826 | 151 |
| A2 | 12-35 | 626 | 41 |
| E | 35-66 | 519 | 65 |
| Btg | 66-114 | 1888 | 55 |
| Bt | 114-150 | 2006 | 50 |
| Horto Minas do Leão | | | |
| Solo SGd3 | | | |
| Ap1 | 0-10 | 1888 | 239 |
| A2 | 10-35 | 2360 | 122 |
| E | 35-54 | 2951 | 153 |
| Btg | 54-73 | 6137 | 220 |
| Cg1 | 73-115 | 5193 | 182 |
| Cg2 | 115-167 | 9560 | 112 |

... continua ...

TABELA 5, Cont.

| Horizonte | Profundidade -----cm----- | Ataque sulfúrico -----mg dm ⁻³ ----- | Disponível |
|-------------------|------------------------------|--|------------|
| Horto São Vicente | | | |
| Solo RLd3 | | | |
| A1 | 0-10 | 9442 | 196 |
| A2 | 10-30 | 14871 | 69 |
| B/BC | 30-60 | 19356 | 26 |
| BC/B | 60-80 | 17939 | 22 |
| Horto Água Boa | | | |
| Solo CXvd4 | | | |
| Ap1 | 0-14 | 4249 | 230 |
| A2 | 14-30 | 6491 | 330 |
| AB | 30-41 | 11212 | 220 |
| Bi1 | 41-54 | 14635 | 189 |
| Bi2 | 54-70 | 14871 | 131 |
| BC | 70-95 | 15107 | 194 |
| C | 95-130 | 11448 | 134 |
| Horto Santa Rosa | | | |
| Solo CXvd1 | | | |
| A1 | 0-18 | 2833 | ... |
| A2 | 18-47 | 4603 | 108 |
| AB | 45-55 | 8734 | 167 |
| Bi | 55-100 | 14871 | 230 |
| BC | 100-140 | 12510 | 96 |
| Horto Terra Dura | | | |
| Solo PVd1 | | | |
| A1 | 0-20 | 2478 | 139 |
| A2 | 20-25 | 4839 | 213 |
| Bt1 | 25-63 | 8380 | 220 |
| Bt2 | 63-94 | 7317 | 165 |
| BC1 | 94-117 | 9088 | 93 |
| BC2 | 117-154 | 8734 | 62 |
| Horto Pilar | | | |
| Solo PVd4 | | | |
| AB | 6-20 | 6491 | 191 |
| BA | 20-31 | 8262 | 213 |
| Bt1 | 31-79 | 9088 | 33 |
| Bt2 | 79-112 | 11684 | 26 |
| BC | 112-153 | 13455 | 24 |
| C | 153-170 | 12982 | 26 |

... continua ...

TABELA 5, Cont.

| Horizonte | Profundidade -----cm----- | Ataque sulfúrico -----mg dm ⁻³ ----- | Disponível |
|------------------|------------------------------|--|------------|
| Horto Bom Retiro | | | |
| Solo PVd1 | | | |
| Ap1 | 0-18 | 1180 | 62 |
| A2 | 18-49 | 1888 | 29 |
| AB | 49-81 | 2478 | 48 |
| BA | 81-100 | 3541 | 77 |
| Bt1 | 100-141 | 4957 | 45 |
| Horto Cambará | | | |
| Solo PVd3 | | | |
| A | 0-16 | 4694 | 158 |
| AB | 16-28 | 5263 | 55 |
| Bt1 | 28-47 | 5405 | 41 |
| Bt2 | 47-76 | 6827 | 38 |
| Bt3 | 76-88 | 6685 | 38 |
| BC | 88-120 | 5547 | 31 |
| C | 120-160 | 4978 | 26 |
| Horto Jung | | | |
| Solo PVA4 | | | |
| Ap1 | 0-9 | 685 | 151 |
| A2 | 9-39 | 838 | 26 |
| E1 | 39-89 | 921 | 22 |
| Bt1 | 107-137 | 1888 | 33 |
| Horto Camélia | | | |
| Solo PVA2 | | | |
| A1 | 0-21 | 2715 | 134 |
| A2 | 21-33 | 2833 | 72 |
| AB | 33-51 | 3541 | 38 |
| BA | 51-76 | 5783 | 38 |
| Bt1 | 76-115 | 5311 | 41 |
| Bt2 | 115-167 | 5311 | 41 |
| Bt3 | 167-180 | 5193 | 38 |

.../ Amostra não foi suficiente

O Neossolo Quartzarênico revelou teores baixíssimos de K em ambas as formas, confirmando o comportamento anterior observado para o Ca e Mg. Trata-se de um sistema praticamente inerte, a exceção dos compostos orgânicos.

Os três solos hidromórficos estudados tenderam a apresentar maior concentração de K disponível no horizonte superficial, possivelmente devido à grande facilidade de biociclagem deste nutriente (Resende et al., 1988; Curi et al., 2005). Já os teores extraídos pelo ácido sulfúrico tenderam a aumentar em subsuperfície, provavelmente em função da natureza mais rica em K dos sedimentos mais profundos.

Nos Cambissolos e Neossolos Litólicos foi observado um aumento em profundidade na concentração de K extraído pelo ataque sulfúrico. Este fato pode ser explicado pelo relativo menor grau de intemperismo-lixiviação destes horizontes. Nos solos CXvd4 e RLd3, os teores disponíveis deste nutriente são mais elevados nos horizontes superficiais. Este acúmulo de K nos horizontes superficiais se dá, provavelmente, devido à grande facilidade de reciclo do K.

A maior abundância de mica nos PVs em comparação aos PVAs (Tabela 2 e Figuras 10 a 15), é consoante com os maiores teores de K pelo ataque sulfúrico (Tabela 5).

3.3 Relação entre mineralogia, química, reserva e disponibilidade de nutrientes, produtividade do eucalipto e classe de solo

Na Tabela 6 encontram-se os dados de incremento médio anual (IMA) e a classe de solo correspondente. O IMA corresponde à taxa de crescimento anual em volume de madeira, num determinado período de tempo (Embrapa, 2003).

TABELA 6 Relação do incremento médio anual (IMA) com as diferentes classes de solos estudadas¹.

| Classe de Solo | Simbologia | IMA m ³ ha ⁻¹ ano ⁻¹ |
|------------------------------|-------------------|--|
| Argissolos Vermelhos | PVd1, PVd3 e PVd4 | 48 |
| Argissolos Vermelho-Amarelos | PVA2 e PVA4 | 46 |
| Neossolos Litólicos | RLd3 | 46 |
| Cambissolos | CXvd1 e CXvd4 | 46 |
| Gleissolos | GM1 | 40 |
| Planossolos | SGd2 e SGd3 | 40 |
| Neossolos Quartzarênicos | RQo | 38 |

¹Dados fornecidos pela Aracruz Celulose S. A.

Os Argissolos Vermelhos têm registrado os valores mais elevados de IMA (Tabela 6), os quais têm uma reserva em Ca, Mg e K moderadamente boa, são mais profundos, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular das plantas de eucalipto e minimizando o estresse hídrico, em razão da sua maior capacidade de armazenamento de água.

Um segundo grupo, em termos de produtividade, é representado pelos Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA), Cambissolos (C) e Neossolos Litólicos (RL) (Tabela 6), os quais são mais limitados que os Argissolos Vermelhos pela menor reserva em nutrientes (PVA) e pela menor profundidade efetiva e maior potencial de erosão (C e RL).

Na seqüência, os mais baixos valores de IMA para os solos de baixada úmida (Gleissolos e Planossolos Hidromórficos) devem-se, principalmente, aos problemas de drenagem e também à deficiência de nutrientes, particularmente

no tocante aos Gleissolos. Desde há algum tempo, é conhecimento comum que o eucalipto é muito sensível à deficiência de O₂ (Curi, 2000). Finalmente, aparecem os Neossolos Quartzarênicos, muito limitados em termos de produtividade devido aos muito baixos teores de matéria orgânica e de nutrientes, em adição ao grande potencial de lixiviação e estresse hídrico para o eucalipto (Curi, 2000).

Estudando a produtividade do eucalipto e sua relação com a qualidade e a classe de solo, Menezes (2005) observou que não se pode explicar bem a variação na produtividade das áreas por meio de um ou dois atributos dos solos, mas, a classe de solo integrada de todos os seus atributos pode influenciar o crescimento de uma planta, principalmente plantas perenes, que irão explorar maior volume de solo por mais tempo. Entre os atributos relevantes para a produtividade vegetal, aqueles que se relacionam com a aquisição de água e nutrientes pelas plantas são capazes de ajudar a explicar a capacidade produtiva de um local.

Além do mais, em regiões com pequenas variações climáticas e com alta variabilidade pedológica, como a região de estudo, a classe de solo pode funcionar como adequada estratificadora do potencial produtivo de sítios florestais (Carmo & Figueiredo, 1985; Carmo et al., 1990; Resende et al., 2002b; Furtini Neto et al., 2004) e, nestas condições subtropicais, deveria ser incluída nos programas de adubação do eucalipto.

4 CONCLUSÕES

De modo geral, a composição mineralógica e química dos solos está relacionada ao material de origem e, principalmente, aos processos pedogenéticos envolvidos.

Considerando-se o material de origem, têm-se basicamente dois conjuntos: o dos solos originados de sedimentos extremamente arenosos e muito pobres (Neossolos Quatzarênicos), com uma mineralogia muito simples e aquele dos demais solos, incluindo sedimentos com textura variável e materiais derivados de rochas graníticas e gnáissicas, com uma mineralogia mais diversificada.

A reserva em nutrientes para as plantas de eucalipto, indicada pela análise mineralógica dos solos, é variável, indo desde praticamente nula (Neossolos Quatzarênicos) até moderadamente boa (Cambissolos, Neossolos Litólicos e Argissolos Vermelhos), em que feldspatos e micas são registrados.

Os solos com problemas de drenagem (Gleissolos e Planossolos Hidromórficos) revelam uma mineralogia indicativa de uma baixa reserva em nutrientes, principalmente em função de natureza dos sedimentos depositados por ocasião das inundações, excetuando-se o solo SGd3 que, neste grupo, apresentou maiores teores de feldspatos.

Os Argissolos, solos amplamente dominantes na paisagem, revelam basicamente dois subambientes em termos mineralógicos: o primeiro, representado pelos solos vermelho-amarelos (PVAs), com menor teor de feldspatos e micas, e o segundo, pelos solos vermelhos (PVs), com maiores teores de feldspatos e micas, implicando numa menor e maior reserva em Ca,

Mg e K às plantas de eucalipto, respectivamente. A cor do solo está refletindo tais subambientes.

De maneira geral, as análises químicas referentes aos teores de Ca, Mg e K, extraídos pelo ataque sulfúrico, acompanharam os ambientes e subambientes de solos estratificados, com base na sua posição na paisagem, mineralogia e cor.

No conjunto dos dados mineralógicos e químicos avaliados e na conseqüente indicação da reserva e disponibilidade em nutrientes para as plantas de eucalipto, a classe de solo se destaca como adequada estratificadora de ambientes em horto florestal, devido à substancial variabilidade pedológica observada e pequena variação climática registrada, e deveria ser incluída nos programas de fertilização das plantas de eucalipto nestas condições subtropicais.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFENAS, A.C. et al. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2004. 442p.

ABREU, M.F.; ABREU, C.A.; ANDRADE, J.C. Determinação de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cobre, ferro, manganês, zinco, níquel, cádmio, cromo e chumbo em ácido nítrico usando métodos da US-EPA. In: RAIJ, B. van et al. (Ed.). **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, SP: Instituto Agronômico, 2001. 285p.

BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F. Recomendação de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba, SP: IPEF, 2000. 427p.

BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L. Fertilização e correção do solo para o plantio de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. (Ed.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. p.127-186.

BISSANI, C.A. et al. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Genesis, 2004. v. 1. 328p.

CARMO, D.N.; FIGUEIREDO, M.S. Solos para seringueira: manejo e conservação. **Informe Agropecuário**, v.11, p.13-17, 1985.

CARMO, D.N.; RESENDE, M.; SILVA, T.C.A. Avaliação da aptidão das terras para eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. 330p.

COSTA, J. B da. Caracterização e constituição do solo. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1979. 527p.

CURI, N. **Relações genéticas e geomórficas em solos das Encostas Inferior e Superior do Nordeste, no Rio Grande do Sul**. 1975. 134p. Dissertação (Mestrado em Solos)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

CURI, N. Interpretação e decodificação do levantamento de solos das áreas da Aracruz Celulose S. A. no Espírito Santo e sul da Bahia para o cultivo de eucalipto. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Levantamento generalizado e semidetalhado de solos da Aracruz Celulose S.A. no estado do Espírito Santo e no extremo sul do estado da Bahia e sua aplicação aos plantios de eucalipto.** Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 2000. p.70-80. (Boletim de Pesquisa, 1).

CURI, N.; KÄMPF, N.; MARQUES, J.J.G.S.M. Mineralogia e formas de potássio em solos brasileiros. In: TSUIOSHI, Y.; TERRY L.R. (Ed.). **Potássio na agricultura brasileira.** Piracicaba, SP: Potafos, 2005. v.2, p.71-91.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS; Brasília: SPI, 1999. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Incremento médio anual (IMA). 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pinheiro-do-Parana/CultivodoPinheirodoParana/21_glossario_araucaria.htm> Acesso em: 14 de março de 2006.

FONSECA, S. **Síntese das contribuições do projeto microbacia:** integração e extrapolação de resultados e alterações significativas no manejo do eucalipto. Aracruz: Arcel, 2004. (Workshop sobre Microbacias).

FURTINI NETO, A.E. et al. Fertilization in native species reforestation. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Ed.). Forest nutrition and fertilization. Piracicaba. SP: IPEF, 2004. Cap.13. p.349-378.

JACKSON, M.L. **Soil chemical analysis-advanced course.** Madison, Prentice-Hall, 1979. 895p.

KÄMPF, N.; CURI, N. Argilominerais em solos brasileiros. In: CURI, N. et al. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo.** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. p.1-54.

LEMOS, M.S.S. et al. Evaluation of characteristics of Cambisols derived from limestone in low tablelands in northeastern Brazil: implications for management. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.32, n.8, p.825-834, ago. 1997.

LEMOS, R.C. et al. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife: Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuárias. Divisão de Pesquisas Pedológicas, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).

MAHAN, B.M.; MYERS, R.J. **Química, um curso universitário**. 6.ed.reimp. São Paulo: E. Blücher, 2003. 582p.

McBRIDE, M.B. Surface chemistry of soil minerals. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B. (Ed.). **Minerals in soil environments**. Madison: Soil Science Society of America, 1989. p.35-88.

MELO V.F. et al. Reserva mineral e caracterização mineralógica de alguns solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.159-164, 1995.

MENEZES, A.A. **Produtividade do eucalipto e sua relação com a qualidade e a classe de solo**. 2005. 98p. Tese (Doutorado em Solos)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MIELNICZUK, J. Avaliação da resposta das culturas ao potássio em ensaios de longa duração: experiências brasileiras. In: YAMADA, T. (Ed.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba. SP: Instituto Internacional da Potassa/Fundação, 1982. p.289-303.

MORAES, E.C. **Aspectos da mineralogia e gênese de solos do complexo cristalino em Encruzilhada do Sul**. 1975. 100p. Dissertação (Mestrado em Solos)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras, MG: UFLA, 2002. v.1. 625p.

MOTTA, P.E.F. da; KÄMPF, N. Iron oxide properties as support to soil morphological features for prediction of moisture regimes in Oxisols of Central Brazil. **Zeitschrift fuer Pflanzenernaehrung und Bodenkunde**, Weinheim, n.155, p.385-390, 1992.

MUGGLER, C.C. **Polygenetic Oxisols on tertiary surfaces, Minas Gerais, Brazil.** 1998. 186p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo)-Wageningen: Wageningen Agricultural University.

NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Interpretação de análise química do solo para o crescimento e desenvolvimento de *Eucalyptus spp.* - Níveis críticos de implantação e de manutenção. **Revista Árvore**, v.10, n.1, p.105-111, 1986.

NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Nutrição mineral do eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. (Ed.). **Relação solo-eucalipto.** Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. p.25-98.

PARZANESE, G.A.C. **Gênese e desenvolvimento de voçorocas em solos originados de rochas granitóides na região de Cachoeira do Campo, Minas Gerais.** 1991. 117p. Dissertação (Mestrado em Solos)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PINTO, O.C.B. **Formation of kaolinite from a biotite-feldspar gneiss in four strongly weathered soils profiles from Minas Gerais, Brazil.** 1971. 133p. Dissertação (Mestrado em Solo)-Purdue University, West Lafayette.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba, SP: Ceres/Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1991. 343p.

RAMGRAB, G.E. **Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil.** Porto Alegre. Folhas SH. 22-Y-B. Estado do Rio Grande do Sul / Org. RAMGRAB, G. E.; WILDNER, W.; CAMOZZATO, E. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM, 1997.

REGIÕES fisiográficas. Disponível em:
<<http://coralx.ufsm.br/ifcrs/frame.htm>>. Acesso em: 14 de março 2006.

RESENDE, M.; CURI, N. LANI, J.L. Reflexões sobre o uso de solos brasileiros. In: _____. **Tópicos em ciência do solo.** Viçosa: SBCS, 2002b. p.593-643.

RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D.P. **Pedologia e fertilidade do solo:** interações e aplicações. Brasília: MEC/ESAL/POTAFOS, 1988. 84p.

RESENDE, M. et al. **Mineralogia de solos brasileiros:** interpretação e aplicações. Lavras, MG: UFLA, 2005. v.1. 192 p.

RESENDE, M. et al. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 4.ed. Viçosa, MG: NEPUT, 2002a. 338p.

SANTOS, A.R. **Caracterização mineralógica e avaliação da reserva mineral de alguns nutrientes, em solos sob eucalipto, da região do Vale do Rio Doce**. 1993. 97p. Dissertação (Mestrado em Solos)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SANTOS, R.D.; BORTOLAS, E.P. **Levantamento semidetalhado dos solos de hortos da unidade Guaíba-Aracruz com proposta de criação de unidades de manejo**. Guaíba: Aracruz Celulose, 2004. 154p.

SHRIVER, D.F.; ATKINS, P.W. **Química inorgânica**. Porto Alegre: Bookman, 2003. 816p.

SPARKS, D.L. Bioavailability of soil potassium. In: SUMNER, M.E. (Ed.). **Handbook of soil science**. Boca Raton: CRC, 2000. p.38-53.

SILVEIRA, R.L.V.A. et al. **Seja doutor do seu eucalipto**. Piracicaba, SP. 2001. p.1-32. (Arquivo do Agrônomo,12).

STRECK, E.V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS/UFRGS, 2002. 107p.

ANEXOS

| | Página |
|-----------|--|
| ANEXO A | |
| TABELA 1A | Teores de Ca, Mg e K extraídos com HNO ₃ concentrado em microondas pelo método EPA 3051..... 58 |
| TABELA 2A | Dados referentes ao carbono orgânico e textura para os solos estudados..... 61 |

TABELA 1A Teores de Ca, Mg e K extraídos com HNO₃ concentrado em microondas pelo método EPA 3051.

| Horizonte | Profundidadecm..... | Ca | Mg mg dm ⁻³ | K |
|---------------------|------------------------------|------|---------------------------|------|
| Horto Barba Negra | | | | |
| Solo RQo | | | | |
| A1 | 0-22 | 129 | 244 | ... |
| C1 | 22-66 | 233 | 462 | 43 |
| C2 | 66-110 | 251 | 550 | 28 |
| C3 | 110-130 | 372 | 582 | 91 |
| C4 | 130-160 | 212 | 574 | 25 |
| Solo GM1 | | | | |
| A | 0-45 | 60 | 600 | ... |
| Cg | 45-60 | 143 | 755 | 206 |
| 2C1 | 60-115 | 147 | 946 | 556 |
| 3C2 | 115-142 | 110 | 959 | 586 |
| Solo SGd2 | | | | |
| A1 | 0-12 | 738 | 1111 | 473 |
| A2 | 12-35 | 222 | 837 | 191 |
| E | 35-66 | 677 | 837 | 197 |
| Btg | 66-114 | 1169 | 1220 | 662 |
| Bt | 114-150 | 876 | 1060 | 613 |
| Horto Minas do Leão | | | | |
| Solo SGd3 | | | | |
| Ap1 | 0-10 | 879 | 330 | ... |
| A2 | 10-35 | 244 | 513 | 752 |
| E | 35-54 | 627 | 676 | 952 |
| Btg | 54-73 | 2417 | 1613 | 1098 |
| Cg1 | 73-115 | 2929 | 1074 | 930 |
| Cg2 | 115-167 | 4093 | 2697 | 1442 |
| Horto São Vicente | | | | |
| Solo RLd3 | | | | |
| A1 | 0-10 | 48 | 821 | ... |
| A2 | 10-30 | 34 | 612 | 2771 |
| B/BC | 30-60 | 32 | 385 | 1402 |
| BC/B | 60-80 | 69 | 268 | 948 |

... continua ...

TABELA 1A, Cont.

| Horizonte | Profundidadecm..... | Ca | Mg mg dm ⁻³ | K |
|------------------|------------------------------|-----|---------------------------|------|
| Horto Água Boa | | | | |
| Solo CXvd4 | | | | |
| Ap1 | 0-14 | 202 | 530 | 695 |
| A2 | 14-30 | 135 | 412 | 840 |
| AB | 30-41 | 128 | 495 | 689 |
| Bi1 | 41-54 | 87 | 782 | 805 |
| Bi2 | 54-70 | 155 | 4361 | 682 |
| BC | 70-95 | 121 | 2002 | 1279 |
| C | 95-130 | 225 | 2547 | 470 |
| Horto Santa Rosa | | | | |
| Solo CXvd1 | | | | |
| A1 | 0-18 | 31 | 497 | ... |
| A2 | 18-47 | 112 | 231 | 993 |
| AB | 45-55 | 86 | 438 | 1632 |
| Bi | 55-100 | 55 | 502 | 857 |
| BC | 100-140 | 82 | 371 | 1197 |
| Horto Terra Dura | | | | |
| Solo PVd1 | | | | |
| A1 | 0-20 | 502 | 360 | 777 |
| A2 | 20-25 | 102 | 307 | 1541 |
| Bt1 | 25-63 | 42 | 562 | 1148 |
| Bt2 | 63-94 | 57 | 707 | 1088 |
| BC1 | 94-117 | 68 | 613 | 769 |
| BC2 | 117-154 | 64 | 612 | 587 |
| Horto Pilar | | | | |
| Solo PVd4 | | | | |
| AB | 6-20 | 50 | 545 | ... |
| BA | 20-31 | 39 | 509 | 1919 |
| Bt1 | 31-79 | 20 | 575 | 1570 |
| Bt2 | 79-112 | 25 | 358 | 757 |
| BC | 112-153 | 74 | 196 | 812 |
| C | 153-170 | 92 | 132 | 887 |
| Horto Bom Retiro | | | | |
| Solo PVd1 | | | | |
| Ap1 | 0-18 | 259 | 274 | 231 |
| A2 | 18-49 | 136 | 202 | 270 |
| AB | 49-81 | 113 | 233 | 300 |
| BA | 81-100 | 99 | 468 | 548 |
| Bt1 | 100-141 | 49 | 735 | 650 |

... continua ...

TABELA 1A, Cont.

| Horizonte | Profundidadecm..... | Ca | Mg mg dm ⁻³ | K |
|---------------|------------------------------|-------------|---------------------------------|------|
| Horto Cambará | | | | |
| Solo PVD3 | | | | |
| A | 0-16 | 170 | 564 | 539 |
| AB | 16-28 | 118 | 398 | 577 |
| Bt1 | 28-47 | 93 | 141 | 560 |
| Bt2 | 47-76 | 38 | 504 | 931 |
| Bt3 | 76-88 | 32 | 548 | 706 |
| BC | 88-120 | 36 | 315 | 730 |
| C | 120-160 | 39 | 202 | 280 |
| Horto Jung | | | | |
| Solo PVA4 | | | | |
| Ap1 | 0-9 | 2195 | 330 | ... |
| A2 | 9-39 | 152 | 269 | 216 |
| E1 | 39-89 | 118 | 285 | 186 |
| Bt1 | 107-137 | 80 | 497 | 747 |
| Horto Camélia | | | | |
| Solo PVA2 | | | | |
| A1 | 0-21 | 122 | 631 | 1284 |
| A2 | 21-33 | 120 | 398 | 561 |
| AB | 33-51 | 95 | 447 | 709 |
| BA | 51-76 | 132 | 601 | 789 |
| Bt1 | 76-115 | 78 | 786 | 1376 |
| Bt2 | 115-167 | 99 | 684 | 736 |
| Bt3 | 167-180 | 118 | 640 | 676 |

.../ Amostra não foi suficiente

TABELA 2A Dados referentes ao carbono orgânico e textura para os solos estudados¹.

| Horizonte | | Composição granulométrica – dispersão por NaOH g kg ⁻¹ | | | | Carbono orgânico |
|---------------------|------------------------------|--|-------------------------------|---------------------------|--------------------|----------------------|
| Símbolo | Profundidadecm..... | Areia grossa 2,00-0,20mm | Areia fina 0,20- 0,05mm | Silte 0,05- 0,002mm | Argila <0,002mm | dag kg ⁻¹ |
| Horto Barba Negra | | | | | | |
| Solo RQo | | | | | | |
| A1 | 0-22 | 890 | 80 | 20 | 0 | 0,63 |
| C1 | 22-66 | 850 | 150 | 0 | 0 | 0,07 |
| C2 | 66-110 | 890 | 110 | 0 | 0 | 0,01 |
| C3 | 110-130 | 930 | 70 | 0 | 0 | 0,04 |
| C4 | 130-160 | 920 | 70 | 10 | 0 | 0,03 |
| Solo GM1 | | | | | | |
| A | 0-45 | 550 | 70 | 160 | 220 | 4,46 |
| Cg | 45-60 | 760 | 150 | 30 | 60 | 0,29 |
| 2C1 | 60-115 | 520 | 120 | 150 | 200 | 0,13 |
| 3C2 | 115-142 | 660 | 90 | 50 | 200 | 0,04 |
| Solo SGd2 | | | | | | |
| A1 | 0-12 | 530 | 130 | 180 | 160 | 2,16 |
| A2 | 12-35 | 580 | 140 | 140 | 140 | 1,37 |
| E | 35-66 | 600 | 140 | 150 | 100 | 0,29 |
| Btg | 66-114 | 500 | 90 | 110 | 300 | 0,17 |
| Bt | 114-150 | 510 | 100 | 110 | 280 | 0,39 |
| Horto Minas do Leão | | | | | | |
| Solo SGd3 | | | | | | |
| Ap1 | 0-10 | 70 | 530 | 310 | 80 | 3,44 |
| A2 | 10-35 | 80 | 550 | 210 | 160 | 0,65 |
| E | 35-54 | 80 | 520 | 230 | 180 | 0,44 |
| Btg | 54-73 | 60 | 370 | 240 | 320 | 0,69 |
| Cg1 | 73-115 | 70 | 430 | 500 | 0 | 0,20 |
| Cg2 | 115-167 | 20 | 680 | 300 | 0 | 0,16 |
| Horto São Vicente | | | | | | |
| Solo RLd3 | | | | | | |
| A1 | 0-10 | 300 | 100 | 160 | 440 | 4,55 |
| A2 | 10-30 | 140 | 60 | 200 | 600 | 1,60 |
| B/BC | 30-60 | 200 | 80 | 240 | 480 | 0,66 |
| BC/B | 60-80 | 240 | 130 | 310 | 320 | 0,19 |
| Horto Água Boa | | | | | | |
| CXvd4 | | | | | | |
| Ap1 | 0-14 | 460 | 220 | 160 | 160 | 1,46 |
| A2 | 14-30 | 400 | 190 | 190 | 220 | 1,25 |
| AB | 30-41 | 290 | 140 | 230 | 340 | 1,46 |
| Bi1 | 41-54 | 270 | 120 | 230 | 380 | 0,85 |
| Bi2 | 54-70 | 310 | 120 | 270 | 300 | 0,45 |
| BC | 70-95 | 410 | 150 | 240 | 200 | 0,26 |
| C | 95-130 | 590 | 130 | 180 | 100 | 0,13 |

... continua...

TABELA 2A, Cont.

| Horizonte | | Composição granulométrica – dispersão por NaOH | | | | Carbono orgânico |
|------------------|------------------------------|--|-------------------------------|---------------------------|--------------------|----------------------|
| Símbolo | Profundidadecm..... | g kg ⁻¹ | | | | |
| | | Areia grossa 2,00-0,20mm | Areia fina 0,20- 0,05mm | Silte 0,05- 0,002mm | Argila <0,002mm | dag kg ⁻¹ |
| Horto Santa Rosa | | | | | | |
| CXvd1 | | | | | | |
| A1 | 0-18 | 520 | 200 | 120 | 160 | 1,10 |
| A2 | 18-47 | 390 | 170 | 200 | 240 | 0,78 |
| AB | 45-55 | 240 | 110 | 230 | 420 | 1,16 |
| Bi | 55-100 | 160 | 50 | 350 | 440 | 0,48 |
| BC | 100-140 | 470 | 150 | 230 | 140 | 0,21 |
| Horto Terra Dura | | | | | | |
| Solo PVd1 | | | | | | |
| A1 | 0-20 | 430 | 270 | 160 | 140 | 1,07 |
| A2 | 20-25 | 290 | 240 | 180 | 300 | 0,86 |
| Bt1 | 25-63 | 180 | 120 | 180 | 520 | 0,84 |
| Bt2 | 63-64 | 160 | 110 | 320 | 400 | 0,39 |
| BC1 | 94-117 | 110 | 90 | 400 | 400 | 0,36 |
| BC2 | 117-154 | 90 | 60 | 500 | 340 | 0,32 |
| Horto Pilar | | | | | | |
| Solo PVd4 | | | | | | |
| AB | 6-20 | 210 | 110 | 260 | 420 | 1,55 |
| BA | 20-31 | 160 | 100 | 240 | 500 | 1,76 |
| Bt1 | 31-79 | 70 | 30 | 240 | 660 | 0,90 |
| Bt2 | 79-112 | 120 | 50 | 320 | 520 | 0,49 |
| BC | 112-153 | 210 | 120 | 300 | 380 | 0,24 |
| C | 153-170 | 260 | 190 | 290 | 260 | 0,22 |
| Horto Bom Retiro | | | | | | |
| Solo PVd1 | | | | | | |
| Ap1 | 0-18 | 480 | 230 | 170 | 120 | 0,55 |
| A2 | 18-49 | 410 | 210 | 180 | 200 | 0,55 |
| AB | 49-81 | 360 | 190 | 210 | 240 | 0,51 |
| BA | 81-100 | 340 | 140 | 200 | 320 | 0,53 |
| Bt1 | 100-141 | 230 | 90 | 200 | 480 | 0,61 |
| Horto Cambará | | | | | | |
| Solo PVd3 | | | | | | |
| A | 0-16 | 260 | 180 | 240 | 320 | 1,31 |
| AB | 16-28 | 230 | 140 | 270 | 360 | 1,22 |
| Bt1 | 28-47 | 210 | 120 | 280 | 400 | 1,11 |
| Bt2 | 47-76 | 140 | 100 | 310 | 440 | 0,92 |
| Bt3 | 76-88 | 170 | 90 | 320 | 420 | 0,63 |
| BC | 88-120 | 180 | 100 | 390 | 340 | 0,50 |
| C | 120-160 | 70 | 70 | 470 | 380 | 0,26 |
| Horto Jung | | | | | | |
| Solo PVA4 | | | | | | |
| Ap1 | 0-9 | 280 | 440 | 190 | 100 | 2,24 |
| A2 | 9-39 | 250 | 400 | 210 | 140 | 0,65 |
| E1 | 39-89 | 230 | 380 | 220 | 180 | 0,74 |
| Bt1 | 107-137 | 170 | 300 | 210 | 320 | 0,52 |

... continua ...

TABELA 2A, Cont.

| Horizonte | | Composição granulométrica – dispersão por NaOH | | | | Carbono orgânico |
|----------------------------|------------------------------|--|-------------------------------|---------------------------|--------------------|----------------------|
| Símbolo | Profundidadecm..... | g kg ⁻¹ | | | | dag kg ⁻¹ |
| | | Areia grossa 2,00-0,20mm | Areia fina 0,20- 0,05mm | Silte 0,05- 0,002mm | Argila <0,002mm | |
| Horto camélia Solo PVA2 | | | | | | |
| A1 | 0-21 | 400 | 120 | 250 | 220 | 0,85 |
| A2 | 21-33 | 390 | 100 | 290 | 220 | 0,72 |
| AB | 33-51 | 320 | 90 | 270 | 320 | 0,75 |
| BA | 51-76 | 220 | 60 | 280 | 440 | 0,99 |
| Bt1 | 76-115 | 200 | 50 | 330 | 420 | 0,71 |
| Bt2 | 115-167 | 240 | 50 | 340 | 360 | 0,58 |
| Bt3 | 167-180 | 270 | 50 | 400 | 280 | 0,25 |

^{1/} Fonte: Santos & Bortolas (2004)