



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

Ronny Wagner Soares Fonseca

**CARACTERIZAÇÃO DO SOLO E RELAÇÃO COM O CRESCIMENTO
INICIAL DE *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, EM QUEIMADOS - RJ**

**Prof. Paulo Sérgio dos Santos Leles
Orientador**

**Seropédica – RJ
Julho – 2010**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

Ronny Wagner Soares Fonseca

**CARACTERIZAÇÃO DO SOLO E RELAÇÃO COM O CRESCIMENTO
INICIAL DE *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, EM QUEIMADOS - RJ**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

**Prof. Paulo Sérgio dos Santos Leles
Orientador**

**Seropédica – RJ
Julho – 2010**

Comissão Examinadora:

Aprovada em 15 / 07 / 2010

Prof. Paulo Sérgio dos Santos Leles
UFRRJ / IF / DS
Orientador

Prof. Marcio Rocha Francelino
UFRRJ / IF / DS
Membro

Prof. Rogério Luiz da Silva
UFRRJ / IF / DS
Membro

DEDICATÓRIA

*A Meus pais, Raimundo Nonato Silva Fonseca e
Rita de cássia Soares Fonseca, que sempre me
apoiam e acreditaram em mim.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por estar sempre presente ao longo da minha vida, sem ele nada seria possível.

Agradeço especialmente a meus pais, as pessoas que mais respeito e admiro, pois sempre se esforçaram o máximo que podiam para proporcionar o melhor para mim e minha irmã, nos colocando na maioria das vezes antes deles próprios.

A minha irmã Stephanie, pelo amor, compreensão e incentivos.

À minha namorada, Camila, minha companheira, amiga e amante, que me dá forças a seguir em frente nessa longa jornada.

A todos integrantes da família Fonseca e Machado, minhas avós Maria Santa e Lita, meu avô José Maia, meus padrinhos Farah e Norivaldo, aos meus tios, aos primos.

A Cesar, Zenilda e Gabriela Campanate.

A UFRRJ pela oportunidade do Curso de Engenharia Florestal e a grande escola de Vida.

Ao amigo e Prof. Paulo Sérgio dos Santos Leles, pela orientação acadêmica e pessoal.

A Cerâmica Vulcão Ltda por disponibilizar a área e os recursos com os quais o trabalho vem sendo realizado.

Ao Prof. Márcio Rocha Francelino, pela ajuda na conclusão no levantamento de solo e por participar da banca.

Ao Prof. Rogério Luiz da Silva por aceitar participar da banca.

Ao Paulo César de Oliveira (PC), profissional, do qual tenho admiração e um grande respeito.

Aos companheiros e amigos do LAPER, inclusive aos que já formaram, constituindo a Família LAPER. Amigos que tive a oportunidade de conhecer e que para sempre estarão marcados na minha vida.

A todos os professores do curso de Engenharia Florestal por transmitirem suas experiências e sabedoria através de seus ensinamentos.

E por último e não menos importante, agradeço muitíssimo aos meus amigos de todas as partes, sempre dispostos a me ajudar no que for possível, em especial Lucas, Hudson, Fernando, Wagner e o meu grande amigo e irmão Luís Gustavo.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar o solo e verificar relação com o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, até 28 meses após o plantio, em três locais, no Município de Queimados, RJ. Foram estabelecidas três parcelas permanentes de 6 linhas com 9 covas de plantio, somando 54 covas e área de, teoricamente de 240 m² em cada local. Os locais de estudo foram selecionados em posições topográficas distintas, uma no topo do morro – local 2 e os locais 1 e 3 no terço médio, sendo suas faces distintas. Aos 28 meses após o plantio, foi realizada a caracterização dos solos destes locais. A fim de se verificar possíveis diferenças de crescimento entre os locais, aos 6, 15, 22 e 28 meses após o plantio foram realizadas medições de altura das plantas. Nos três locais, o solo foi classificado como LATOSSOLO AMARELO Endoálico distrófico, sendo o do local 2 com características de fertilidade ligeiramente melhor para as exigências nutricionais do eucalipto, que proporcionou melhor crescimento às plantas de eucalipto, até os 28 meses após o plantio, em relação as dos locais 1 e 3.

Palavra chave: sítios florestais, eucalipto urograndis, fertilidade do solo.

ABSTRACT

This study aimed to characterize the soil and verify connection with the initial growth of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, until 28 months after planting on three sites in the city of Queimados, RJ Brazil. Was established three permanent plots of six rows with nine planting holes, totaling 54 holes and surface area of 240 m² theoretically at each site. The study sites were selected in different topographic positions, one on top of the hill - two local and one local and three in the middle third, and its different faces. At 28 months after planting was conducted to characterize the soils of these sites. In order to check for possible growth differences between sites at 6, 15, 22 and 28 months after planting, measurements were made of plant height. In all three sites, the soil was classified as YELLOW LATOSSOL Endoálico dystrophic, and the second site with characteristics of fertility slightly better for the nutritional requirements of the eucalyptus, which provided better growth of plants of *Eucalyptus*, until 28 months after planting in relation to the sites 1 and 3.

Keyword: forest sites, *eucalyptus urograndis*, soil fertility.

SUMÁRIO

| | pág |
|--|------|
| LISTA DE FIGURAS | viii |
| LISTA DE TABELAS | ix |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 2 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 3 |
| 3.1 Área de Estudo e Histórico do Plantio | 3 |
| 3.2 Experimento | 4 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 6 |
| 4.1 Caracterização do Solo | 6 |
| 4.2 Crescimento de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i> | 10 |
| 5. CONCLUSÕES | 13 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 13 |
| 7. ANEXO | 15 |

LISTA DE FIGURAS

| | pág |
|--|-----|
| Figura 1: Imagem da área utilizada para formação do povoamento de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i> , com sítios marcados e georefenciados. Sítio 1 (S1) 23 K 0642074 UTM 7487321, sítio 2 (S2) 23 K 062196 UTM 7487397 e sítio 3 (S3) 23 K 0642262 UTM 7487384, na Cerâmica Vulcão Ltda, Município de Queimados, RJ | 5 |
| Figura 2: Foto do perfil do sítio 1 (terço médio do morro), em área de reflorestamento da Cerâmica Vulcão Ltda, Município de Queimados, RJ | 7 |
| Figura 3: Foto do perfil do sítio 2 (topo de morro), em área de reflorestamento da Cerâmica Vulcão Ltda, Município de Queimados, RJ | 8 |
| Figura 4: Foto do perfil do sítio 3 (terço médio do morro), em área de reflorestamento da Cerâmica Vulcão Ltda, Município de Queimados, RJ | 9 |
| Figura 5: Crescimento em altura de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i> , até os 28 meses após o plantio, em três sítios, em área da cerâmica Vulcão Ltda, Município de Queimados, RJ. As barras indicam o desvio padrão da média aos 28 meses de idade | 11 |
| Figura 6: Crescimento em circunferência à altura do peito de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i> , aos 22 e 28 meses após o plantio, em três sítios, em área da cerâmica Vulcão Ltda, Município de Queimados, RJ | 12 |

LISTA DE TABELAS

| | pág |
|---|-----|
| Tabela 1: Análise química do solo no topo e encosta do morro da área destinada ao plantio de eucalipto, da propriedade da Cerâmica vulcão Ltda, em Queimados-RJ | 3 |
| Tabela 2: Caracterização dos sítios da área do povoamento de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i> , na Cerâmica Vulcão Ltda, Município de Queimados, RJ | 5 |
| Tabela 3: Características físicas das classes de solo estudadas em povoamento de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i> , em área da Cerâmica Vulcão Ltda, Município de Queimados, RJ | 6 |
| Tabela 4: Análise granulométrica e classificação textural de cada horizonte dos perfis dos sítios de um povoamento de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i> , em área da Cerâmica Vulcão Ltda, Município de Queimados, RJ | 7 |
| Tabela 5: Tabela 5: Análises químicas de três sítios de um povoamento de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i> , aos 28 meses após o plantio, em área da Cerâmica Vulcão Ltda, Município de Queimados, RJ | 10 |

1. INTRODUÇÃO

O setor florestal no Brasil vem ocupando um lugar de destaque na economia nacional. Grande parte desta conquista se deve ao cultivo de espécies florestais de rápido crescimento onde destaca-se as do gênero *Eucalyptus* para produção de madeira destinada aos mais diversos fins, tais como as indústrias de papel e celulose, siderurgia a carvão vegetal, lenha, serrados, compensados, lâminas e painéis reconstituídos (aglomerados, chapas de fibras e MDF). Das folhas deste gênero extraem-se óleos essenciais, empregados em produtos de limpeza e alimentícios, em perfumes e até em remédios. A casca oferece tanino, usado no curtimento do couro.

A cultura do eucalipto no Brasil também é de grande importância pela extensão da área cultivada, geração de renda, obtenção de divisas na exportação e transferência de renda a outros setores da economia, contribuindo para a formação de capital no setor florestal do País, além da expressiva capacidade de absorção de mão de obra. Segundo dados do Anuário Estatístico da ABRAF, ano base 2008 (ABRAF, 2009), existem no Brasil cerca de 4,25 milhões de hectares plantados com eucaliptos. Mesmo com extensas áreas de plantações florestais, o Brasil vem apresentando déficit de madeira para atender as indústrias de base florestal.

Além da importância econômica, os povoamentos de eucalipto apresentam importância ambiental, pois o consumo de madeira oriunda de reflorestamentos diminui a pressão de utilização sobre as florestas nativas, contribuindo para a conservação dos remanescentes florestais. Eles também têm apresentado efeito benéfico sobre a atmosfera, pois devido às altas taxas de crescimento das espécies de eucalipto, contribuem para a diminuição das concentrações de CO₂ na atmosfera, imobilizando grandes quantidades de carbono na biomassa florestal (SOARES et al., 2003).

Atualmente o eucalipto é plantado desde o nível do mar até 2.000 metros de altitude, as plantações encontram-se disseminadas nos mais diferentes tipos de solos. Devido à grande diversidade de sítios onde são realizados seus plantios, é essencial o entendimento da influência das propriedades edáficas no crescimento desta cultura. Além disto, as relações entre as propriedades físicas, química e biológica do solo influenciam no crescimento das plantas. Entre essas propriedades salientam-se as correlacionadas à capacidade de fornecimento de água e nutrientes para as plantas. As características do solo ainda influenciam a estrutura, distribuição e comportamento fisiológico das raízes (GONÇALVES e MELO, 2000) e, conseqüentemente o crescimento da parte aérea.

Conhecer as características do solo é importante em qualquer projeto de plantio de eucalipto, pois, segundo Gonçalves et al. (1990) e Gava (2005), as espécies do gênero *Eucalyptus* são bastante exigentes aos atributos físicos do solo, particularmente quanto à profundidade e à permeabilidade. Além disso, Amaral (1999) menciona que a textura e a estrutura do solo, em conjunto, interferem na capacidade de armazenamento de água pelo solo e, conseqüentemente, no crescimento e na produtividade do povoamento. Assim, o aumento do teor de argila mais silte, até determinados valores nos horizontes superficiais e subsuperficiais, geralmente está associado ao aumento no crescimento do eucalipto (GONÇALVES et al., 1990).

Este trabalho teve como objetivo a caracterizar o solo e verificar a relação com o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, em Queimados, RJ.

2. REVISÃO DE BIBLIOGRÁFICA

O gênero *Eucalyptus* é originário da Austrália e da região sudeste asiática e pertence à família Myrtaceae. Possui cerca de 600 espécies, além de um grande número de variedades e alguns híbridos (ANDRADE, 1961; LIMA, 1996). As espécies do gênero *Eucalyptus* no Brasil são utilizadas em larga escala no estabelecimento de florestas industriais e em povoamentos em propriedades rurais. Suas características de rápido crescimento, boa adaptação às condições climáticas e edáficas existentes em diferentes áreas do país, explicam a importante participação desse gênero nos povoamentos tecnicamente implantados no Brasil (STURION & BELLOTE, 2000).

O híbrido eucalipto urograndis foi desenvolvido no Brasil, através do cruzamento do *E. grandis* x *E. urophylla*. O objetivo do cruzamento destas duas espécies foi obter plantas com um bom crescimento, características do *E. grandis* e um leve aumento na densidade da madeira e melhorias no rendimento e propriedades físicas da celulose, características do *E. urophylla*. A rusticidade, propriedades da madeira e resistência ao déficit hídrico do *E. urophylla* também fazem parte deste interesse no cruzamento (AGROTECA TANABI, 2010).

A produtividade de uma espécie vegetal é em função de vários fatores, podendo-se destacar solo, clima, material genético, relevo e manejo. Segundo Schönau (1987), citado por Menezes (2005), é comum relacionar capacidade produtiva principalmente às características climáticas, atribuindo-se pequena importância às características edáficas do local. Em áreas menores, aspectos como vegetação, pedofoma e solo tornam mais importantes. Tendo em vista áreas menores, onde a variação climática é mínima, o fator solo pode se apresentar como o indicador da capacidade produtiva de um local, já que ele é um estratificador natural do ambiente (Carmo et al., 1990, citado por MENEZES, 2005).

Alguns estudos (GONÇALVES et al., 1990; ORTIZ, 2003; MENEZES, 2005) têm sido conduzidos para verificar as relações entre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo com o crescimento e qualidade da madeira (GAVA, 2005) dos plantios de eucalipto.

Estudando a influência de características do solo sobre a produtividade de eucalipto em solos de tabuleiro, Grespan (1997), citado por Jaccoud (2006), verificou que o aumento de areia em superfície tem efeito benéfico sobre o crescimento do eucalipto, porque os solos de tabuleiro são coesos e de mineralogia predominantemente caulínica. A areia, neste caso, atua sobre o arranjo da estrutura laminar da caulinita, modificando o aspecto maciço da estrutura, o que aumenta o espaço poroso, facilitando assim o crescimento radicular e, assim, a aquisição de água e nutrientes pelas plantas. Reschützeggger (2003) constatou, em solos da região Central do Uruguai, correlação negativa entre a produtividade de eucalipto e o teor de argila na camada de 20 a 40 cm, e considerou que esta característica possa estar representando uma medida indireta e de outras propriedades que afetam o crescimento.

Segundo Gonçalves e Melo (2000), dentre as características do solo que influenciam na estrutura, distribuição e comportamento fisiológico das raízes e, conseqüentemente, da parte aérea das plantas, destacam-se àquelas relativas à capacidade de suprimento de água e nutrientes para as árvores.

Gonçalves et al. (1990) estudando a produtividade de *E. grandis* e *E. saligna* com as propriedades de alguns solos de textura arenosa e média, verificaram que pH, teor de silte e de matéria orgânica foram as variáveis que melhor correlacionaram com o crescimento do eucalipto.

Corrêa Neto (2004), estudando a produtividade de eucalipto em uma topossequência no Município de Seropédica, verificou que a maior produtividade foi obtida no terço superior em um Argissolo Vermelho Amarelo em relação ao terço médio e ao terço inferior.

Segundo Menezes (2005) a avaliação do crescimento de um povoamento através de avaliações de diâmetro a altura do peito (DAP), altura total, área basal e/ou, biomassa podem expressar a qualidade do ambiente do local de um povoamento e é um mecanismo para a avaliação da capacidade produtiva do solo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo e Histórico do Plantio

A área de estudo está localizada no Município de Queimados, Estado do Rio de Janeiro, pertencente à Cerâmica Vulcão Ltda, nas coordenadas UTM 23K 642147,04 m E 7487368,96 m S e altitude média de 49 metros. O trabalho faz parte de um reflorestamento de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* de 7,14 hectares.

O clima da região de Queimados, RJ, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw (BRASIL, 1980), que significa tropical com chuvas de verão. Segundo os dados dos últimos 20 anos da estação meteorológica da PESAGRO-RJ, localizada em Seropédica, a mais próxima ao local de estudo, a precipitação média anual é de 1.245 mm com o período seco entre os meses de junho a setembro e excedentes hídricos em dezembro, janeiro e fevereiro. A temperatura média de fevereiro, que é o mês mais quente, é de 27,0 °C, a de julho, o mês mais frio é 20,6 °C e a temperatura média anual é de 23,7 °C. O tempo médio de insolação anual é de 2.527 horas, a média anual da evaporação é de 1.576 ml e a umidade relativa do ar é de 69,3%.

A vegetação anterior da área era uma pastagem de *Brachiaria* sp., com presença praticamente constante de gado. Antes do plantio, foram retiradas cinco amostras de solo na área de encosta e três na área de topo, na camada de 0-25, constituindo, assim duas amostras simples, cujos resultados encontram-se na Tabela 1.

O plantio ocorreu em novembro de 2007, adotando-se o espaçamento de 2 x 2 m, com objetivo de produção de lenha para abastecer fornos de produção de tijolos da Cerâmica Vulcão.

Tabela 1: Análise química composta do solo no topo e encosta do morro da área destinada ao plantio de eucalipto, da propriedade da Cerâmica vulcão Ltda, em Queimados-RJ

| Área | pH em H ₂ O | P ¹ --- mg / dm ³ ---- | K ¹ ----- | Ca ² ----- | Mg ² Cmol _c / dm ³ ----- | Al ² ----- | H+Al ² ----- | Corg % |
|------------|---------------------------|---|-------------------------|--------------------------|--|--------------------------|----------------------------|-----------|
| Topo morro | 5,1 | 5 | 37 | 0,5 | 0,3 | 0,7 | 4,6 | 1,78 |
| Encosta | 5,1 | 1 | 27 | 0,4 | 0,2 | 0,9 | 4,5 | 1,70 |

pH em água, KCl e CaCl₂ – Relação 1:25; ¹extrator Mehlich-1; ²extrator de KCl 1,0 N.

As mudas, produzidas a partir de sementes, foram adquiridas do viveiro florestal *Eucalyptus* sp., localizado em Roseira, Estado de São Paulo.

As principais atividades realizadas na fase de implantação foram: alinhamento e marcação das covas em sentido longitudinal do terreno; capina (coroamento) com um raio em torno de 50 cm das plantas; e a abertura das covas com dimensões de aproximadamente 25 x 25 x 25 cm. De acordo com a análise de fertilidade do solo, foram aplicados 150 gramas

de N-P-K (04-31-04), o qual foi misturado à terra retirada da cova. Este adubo apresenta 18% P₂O₅ solúvel em ácido cítrico e 11% P₂O₅ solúvel em água e, também 22% de Ca, 0,3% de Zn e 0,1% de Cu. A terra retirada da cova com o adubo incorporado, foi repostada a cova e após uma chuva foi feito o plantio.

Como práticas de manutenção, realizaram-se replantio das mudas entre 30 e 60 dias após o plantio, com objetivo de substituir as mudas que morreram, mantendo a densidade planejada para o povoamento. No primeiro ano foram realizados três coroamentos, com raio entre 30 a 50 cm ao redor das plantas de eucalipto, aproximadamente 2, 4 e 7 meses após o plantio e uma roçada nesta última intervenção. Novos coroamentos foram realizados aos 12 e 15 meses após o plantio. A partir desta data o controle da braquiária foi realizado através da introdução de bovinos. Como adubação de cobertura em todas as plantas, foi aplicado aproximadamente 70 gramas de N-P-K (20-05-20) + 6% de S aos 4 meses após o plantio (março de 2008). Outra adubação com 100 gramas por planta do mesmo adubo, aos 12 meses (novembro de 2008).

O controle das formigas cortadeiras foi executado antes, durante e até dois anos após o plantio, usando iscas formicidas granuladas.

3.2 Experimento

A instalação do experimento ocorreu logo após a implantação do povoamento de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. Com base nas características de topografia e de posse da imagem da área, foram escolhidos em laboratório, três locais para marcação de parcelas permanentes de 6 linhas com 9 covas de plantio, somando 54 covas e área de, teoricamente, 240 m² em cada local. Estes locais foram caracterizados como os sítios 1, 2 e 3. No campo, com os pontos marcados no mapa, as parcelas foram georeferenciadas, sendo tomadas as coordenadas UTM do centro de cada sítio e alocadas na imagem apresentada na Figura 1. As práticas silviculturais adotadas nos três sítios foram semelhantes, assim estas não foram determinantes das variações do crescimento das plantas entre os sítios.

Os sítios de estudo foram selecionados em posições topográficas distintas, uma no topo do morro – sítio 2 e os sítios 1 e 3 no terço médio, sendo suas faces distintas.

Aos 28 meses após o plantio, foi realizada a caracterização dos sítios, conforme apresentado na Tabela 2. As faces e as declividades foram caracterizadas com bússola e hipsômetro, respectivamente. Os perfis do solo foram descritos conforme Santos et al. (2005) e os solos foram classificados com orientação descrita no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2005).

Aos 6, 15, 22 e 28 meses após o plantio foram realizadas medições de altura das plantas, com vara graduada. Nas duas últimas avaliações mediu-se também a circunferência ao nível do peito (CAP), com fita métrica, de todas as plantas das parcelas. Os dados foram tabulados e construídos gráficos de crescimento.



Figura 1: Imagem da área utilizada para formação do povoamento de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, com sítios marcados e georefenciados. Sítio 1 (S1) 23 K 0642074 UTM 7487321, sítio 2 (S2) 23 K 062196 UTM 7487397 e sítio 3 (S3) 23 K 0642262 UTM 7487384, na Cerâmica Vulcão Ltda, Município de Queimados, RJ.

Tabela 2: Caracterização dos sítios na área do povoamento de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, na Cerâmica Vulcão Ltda, Município de Queimados, RJ

| Sítio | P. topografica | Face | Decliv.(%) |
|-------|----------------|---------------|------------|
| 1 | Encosta | 340° Noroeste | 13,5 |
| 2 | Planalto | 0° Norte | 8,3 |
| 3 | Encosta | 80° Nordeste | 14,5 |

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterizações do Solo

As práticas silviculturais adotadas nos três sítios foram semelhantes e não ocorreram variações consideráveis na direção das faces dos locais estudados, assim estas não foram determinantes das variações do crescimento das plantas entre os sítios.

Na Tabela 3 é apresentada a classificação do solo dos três sítios estudados e também as principais características físicas. As três áreas dos três sítios são classificadas como LATOSSOLO AMARELO Endoálico distrófico e a maior parte das características são comuns entre eles. Segundo Embrapa (2005), áreas com este tipo de solo apresentam horizonte B espesso (> 50 cm) com seqüência de horizontes A, B e C pouco diferenciados; as cores variam de vermelhas muito escuras a amareladas, geralmente escuras no A, vivas no B e mais claras no C. São muito intemperizados, com pequena reserva de nutrientes para as plantas, representados normalmente por sua baixa a média capacidade de troca de cátions, sendo estas características confirmadas pela Tabela 4. São endoálicos por apresentarem horizontes subsuperficiais com saturação de Al^{3+} superior a 50%. A classificação distrófico refere-se ao fato do índice de saturação de bases ser menor que 50 %, o que refletido pela baixa fertilidade. A principal característica física entre os sítios é que o sítios 1 e 3 estão localizados no terço médio da posição topográfica com relevo suavemente plano e o sítio 2 no topo morro com relevo plano.

Tabela 3: Características dos locais em povoamento de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, em área da Cerâmica Vulcão Ltda, Município de Queimados, RJ

| Característica | Sítio 1 | Sítio 2 | Sítio 3 |
|-------------------------|--|--|--|
| Classificação | Latossolo Amarelo endoálico distrófico | Latossolo Amarelo endoálico distrófico | Latossolo Amarelo endoálico distrófico |
| Textura do solo | Argilosa | Argilosa | Argilosa |
| Posição topográfica | Terço médio | Topo do morro | Terço médio |
| Relevo local | Suave ondulado | Plano | Suave ondulado |
| Drenagem | Bem drenado | Bem drenado | Bem drenado |
| Erosão | Laminar ligeira | Laminar ligeira | Laminar ligeira |
| Pedregosidade | Não pedregoso | Não pedregoso | Não pedregoso |
| Rochividade | Não rochoso | Não rochoso | Não rochoso |
| Prof. Horizonte Ap (cm) | 12 | 10 | 7 |
| Prof. Efetiva (cm) | 110 ⁺ | 100 ⁺ | 110 ⁺ |

Pela análise granulométrica e classificação textural (Tabela 4) verifica-se que os sítios apresentam características semelhantes. A classificação textural é classificada como argilo arenosa nos horizontes superficiais e argiloso nas outros horizontes. Todos os horizontes superficiais apresentaram-se alterados, recebendo a denominação Ap, o que pode ser consequência de um ligeiro processo de erosão laminar ou mesmo devido a manejos realizados na área decorrente de praticas agrícolas.

As Figuras 2, 3 e 4 mostram respectivamente as fotos dos perfis do sítio 1, 2 e 3 e seus horizontes. A descrição dos horizontes dos perfis é apresentada no anexo.

Tabela 4: Análise granulométrica e classificação textural de cada horizonte dos perfis dos sítios de um povoamento de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, em área da Cerâmica Vulcão Ltda, Município de Queimados, RJ

| Horiz. | Profund. -----(cm)----- | Argila ----- % ----- | Silte ----- % ----- | Areia ----- % ----- | Classificação Textural |
|--|----------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|
| -----Sítio 1 – Latossolo amarelo endoálico distrófico----- | | | | | |
| Ap | 0-12 | 44 | 8 | 48 | Argilo arenosa |
| AB | 12-20 | 37 | 17 | 46 | Argilo arenosa |
| BA | 20-40 | 53 | 8 | 39 | Argiloso |
| Bw | 40-110 ⁺ | 55 | 6 | 39 | Argiloso |
| -----Sítio 2 – Latossolo amarelo endoálico distrófico----- | | | | | |
| Ap | 0-10 | 37 | 8 | 55 | Argilo arenosa |
| BA | 10-38 | 42 | 13 | 45 | Argiloso |
| Bw | 38-100 ⁺ | 46 | 13 | 41 | Argiloso |
| -----Sítio 3 – Latossolo amarelo endoálico distrófico----- | | | | | |
| Ap | 0-7 | 33 | 15 | 52 | Franco argilo arenosa |
| BA | 7-38 | 47 | 14 | 39 | Argiloso |
| Bw | 38-110 ⁺ | 53 | 11 | 36 | Argiloso |

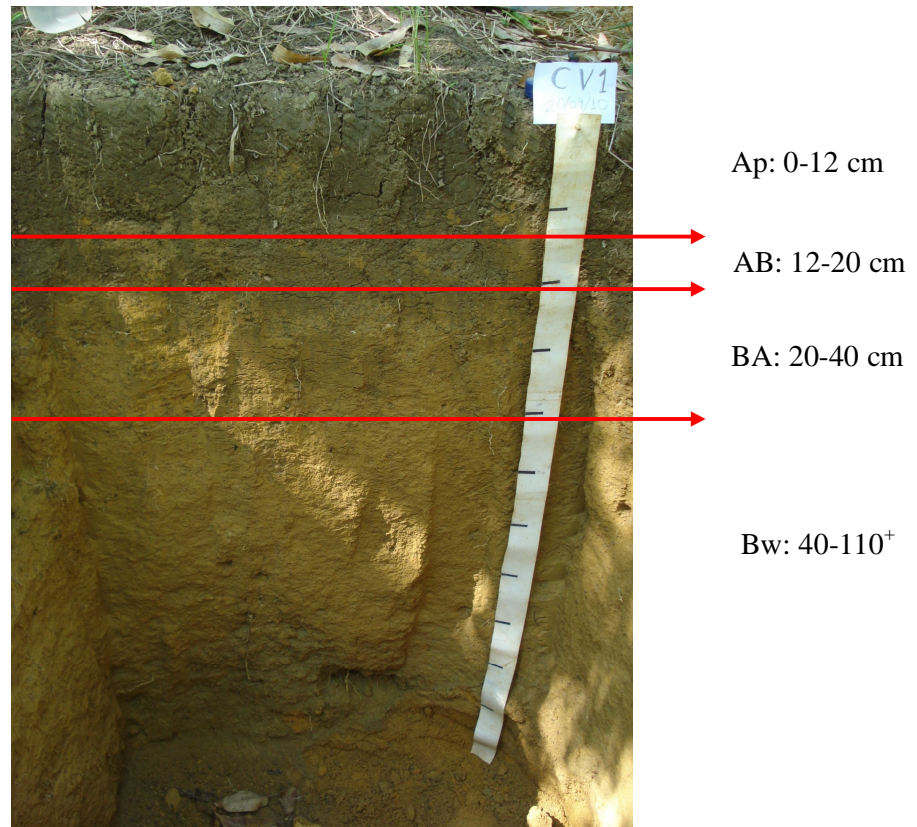


Figura 2: Foto do perfil do sítio 1 (terço médio do morro), em área de reflorestamento da Cerâmica Vulcão Ltda, Município de Queimados, RJ.

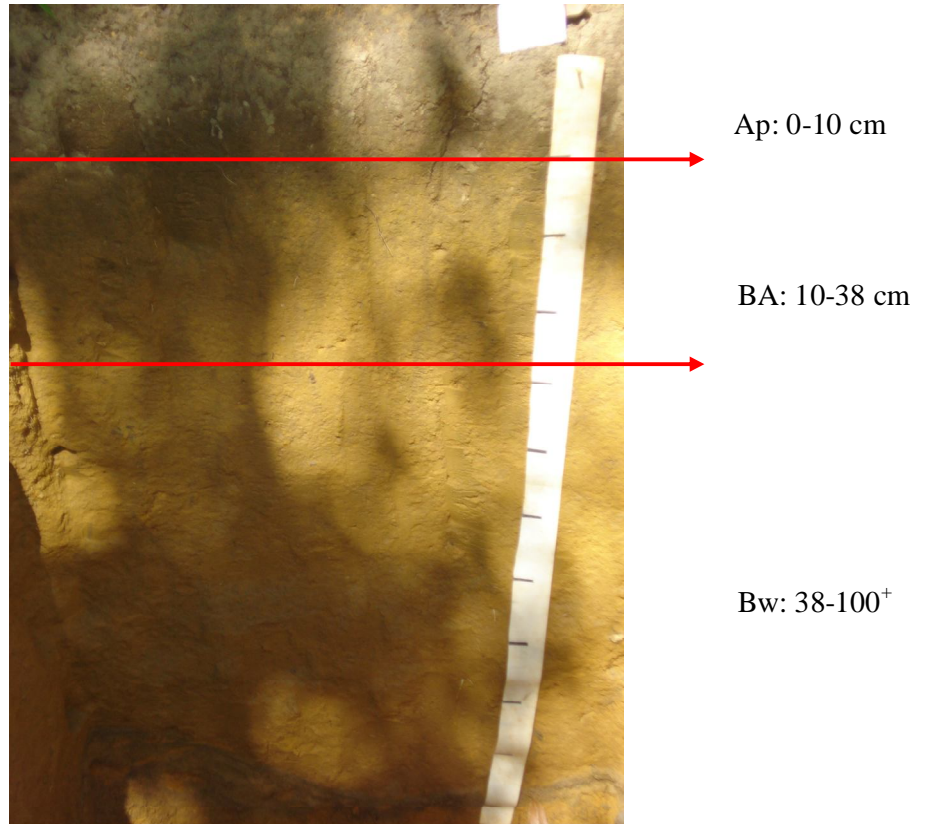


Figura 3: Foto do perfil do sítio 2 (topo do morro), em área de reflorestamento da Cerâmica Vulcão Ltda, Município de Queimados, RJ.

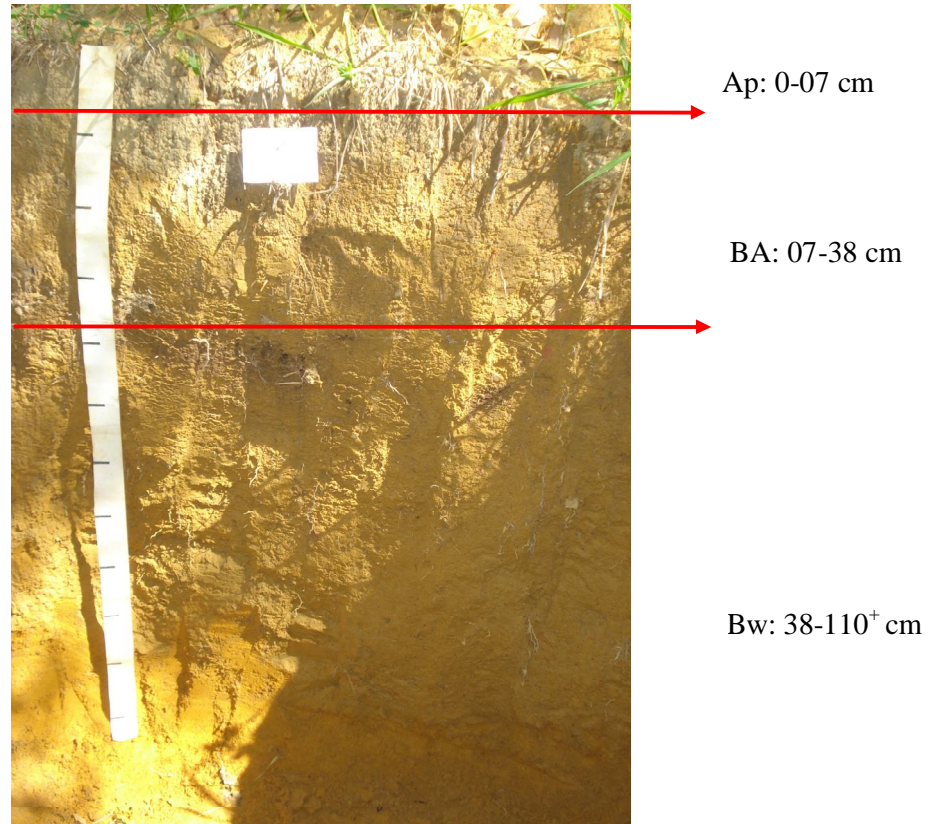


Figura 4: Foto do perfil do sítio 3 (terço médio do morro), em área de reflorestamento da Cerâmica Vulcão Ltda, Município de Queimados, RJ.

Pelos resultados da análise química (Tabela 5), constata-se, que os três solos apresentam, de maneira geral, baixa fertilidade para o cultivo de culturas agrícolas. Em relação à toxicidade por alumínio, Barros et al. (1990) mencionam que a maioria das espécies florestais apresentam baixa exigência em cálcio e elevada tolerância à acidez e segundo Gonçalves et al. (2000) concentração de alumínio inferior a $2,0 \text{ cmol}_c / \text{dm}^3$, normalmente não há necessidade em aplicar calcário para corrigir a acidez do solo, visando o crescimento das plantas de eucalipto. Estes últimos autores realçam que este valor depende de características do solo e das condições climáticas. Assim, nos três sítios deste estudo não há necessidade de realizar calagem.

Para implantação os teores de fósforo (Tabela 5) dos três sítios estão muito abaixo do nível crítico de implantação (60 ppm) recomendado por Barros et al. (1990) e os valores de K, Ca e Mg dos solos estão acima do nível crítico de implantação. Os mesmos autores descreveram uma produtividade média de $30 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{ano}$, Barros et al. (1990) descrevem valores de P igual a 4,3 e de K de 60 ppm e valores de 0,60 e 0,13 meq /100 g, respectivamente para Ca e Mg, como níveis críticos de manutenção. Devido a esta forte deficiência de fósforo foi aplicado 150 gramas de N-P-K (04-31-04), que apresenta 18% P_2O_5 solúvel em ácido cítrico e 11% P_2O_5 solúvel em água e, também 22% de Ca, 0,3% de Zn e 0,1% de Cu, a fim de corrigir os níveis de P_2O_5 na época do plantio e depois na manutenção. É importante mencionar que em idades mais avançadas as exigências nutricionais do

eucalipto, em relação ao solo, diminuem devido à ciclagem de nutrientes do sistema planta – solo – planta (REIS e BARROS, 1990).

Tabela 5: Análises químicas de três sítios de um povoamento de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, aos 28 meses após o plantio, em área da Cerâmica Vulcão Ltda, Município de Queimados, RJ

| Horiz. | pH ¹ H ₂ O | P --- mg / dm ³ -- | K | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Al ³⁺ | H + ----- cmol _c / dm ³ ----- ^{^1} | CTC(T) | V ----- % ----- | m |
|--|-------------------------------------|----------------------------------|-----|------------------|------------------|------------------|--|--------|--------------------|----|
| ----- Sítio 1 – Latossolo amarelo endoálico distrófico ----- | | | | | | | | | | |
| Ap | 5,1 | 1,9 | 44 | 0,6 | 0,5 | 0,9 | 5,1 | 5,67 | 21 | 43 |
| AB | 5,0 | 0,9 | 19 | 0,4 | 0,2 | 1,4 | 5,0 | 4,94 | 13 | 68 |
| BA | 4,7 | 0,6 | 9 | 0,3 | 0,1 | 1,5 | 4,7 | 4,38 | 10 | 78 |
| Bw | 4,6 | 0,7 | 6 | 0,1 | 0,1 | 1,5 | 4,6 | 4,35 | 5 | 87 |
| ----- Sítio 2 – Latossolo amarelo endoálico distrófico ----- | | | | | | | | | | |
| Ap | 5,0 | 3,5 | 85 | 0,7 | 1,0 | 0,5 | 4,79 | 6,71 | 29 | 21 |
| BA | 4,6 | 0,9 | 60 | 0,2 | 0,3 | 1,4 | 14,03 | 14,68 | 4 | 68 |
| Bw | 4,7 | 1,4 | 37 | 0,1 | 0,1 | 1,4 | 3,47 | 3,76 | 8 | 83 |
| ----- Sítio 3 – Latossolo amarelo endoálico distrófico ----- | | | | | | | | | | |
| Ap | 5,3 | 1,5 | 124 | 0,8 | 0,8 | 0,3 | 4,13 | 6,05 | 32 | 14 |
| BA | 4,7 | 0,7 | 21 | 0,3 | 0,1 | 2,0 | 5,94 | 6,39 | 7 | 82 |
| Bw | 4,5 | 0,6 | 11 | 0,1 | 0,1 | 2,4 | 5,28 | 5,41 | 2 | 95 |

pH em água; P – K – Extrator Mehlich 1; Ca – Mg – Al – Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L – pH 7,0; H + Al – extrator água quente; CTC (T) – Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V= índice de saturação de bases; m = índice de Saturação de Alumínio.

Segundo Gonçalves e Melo (2000) a maior parte das raízes de eucalipto, principalmente as mais finas, que são responsáveis pela absorção de nutrientes para as plantas, encontram-se na camada até 40 cm. Ao comparar os teores de K, Ca e Mg até esta profundidade com os níveis críticos de manutenção preconizado por Barros et al. (1990), verifica-se maior deficiência destes elementos no sítio 1 e sítio 3, o que provavelmente a partir dos seis meses pode ter contribuído para o menor crescimento do eucalipto nestes dois sítios.

4.2 Crescimento de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*

Verifica-se pela Figura 5, que até aos 6 meses após o plantio não houve diferença no crescimento em altura das plantas nos três sítios. Isto pode ter ocorrido pela influencia da adubação de plantio, onde utilizou-se adubo rico em fósforo, pois segundo Novais et al. (1990), o fósforo induz o crescimento radicular e conseqüentemente a maior crescimento da parte aérea. A partir desta idade, as plantas de eucalipto apresentam maior tendência de

crescimento em altura na área do sítio 2 e esta superioridade foi observada até a avaliação realizada aos 28 meses após o plantio, apresentando nesta idade uma média da altura quase o dobro das médias dos sítios 1 e 3. Isto ocorreu provavelmente devido ao sítio 2 está no topo do morro e os sítios 1 e 3 em área de encosta, com isso o sítio 2 apresentar menor potencial de erosão e maior capacidade de retenção de água, pois segundo Lepsch (2002), os solos no topo do morro são, normalmente, privilegiados pelas condições topográficas, ocorrendo menor erosão de sedimentos quando comparado com solos de encosta. Os solos desta posição topográfica, normalmente apresentam maior desenvolvimento, melhor estrutura, sendo mais profundos, com retenção de umidade e facilitando a penetração das raízes, e assim maior crescimento das plantas, conforme também verificado no trabalho de Menezes (2005).

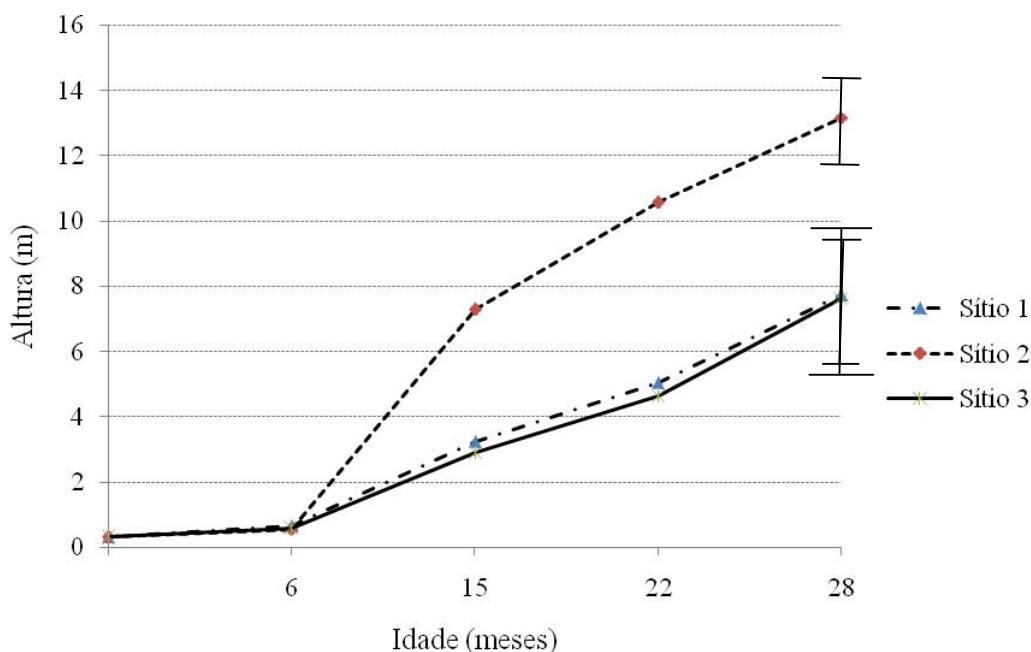


Figura 5: Crescimento em altura de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, até os 28 meses após o plantio, em três sítios, em área da cerâmica Vulcão Ltda, Município de Queimados, RJ. As barras indicam o desvio padrão aos 28 meses de idade.

O sítio 2 apresenta melhores teores de K, Ca e Mg, a partir do horizonte Ap, camada superficial do solo (Tabela 5). Trabalho de Reis et al. (1985), comparando a produção de biomassa da parte aérea e do sistema radicular de plantas de *E. grandis* em sítio de pior qualidade (solo pouco fértil e com maior deficiência hídrica) em comparação ao de melhor qualidade em diferentes idades, observaram que no primeiro sítio a relação raiz / parte aérea foi maior, evidenciando que em sítios de pior qualidade as plantas alocam relativamente mais raízes para fazer melhor uso dos recursos do meio, principalmente água e nutrientes. Assim, seria interessante neste experimento fazer estimativa da quantidade de raízes e da parte aérea nestes três sítios em idades ao longo do crescimento, para auxiliar na compreensão das taxas de crescimento das árvores de eucalipto, pois segundo Gonçalves (2002) as trocas gasosas e

os processos de transferência de nutrientes até as raízes também são condicionados pela textura e estrutura do solo.

Observa-se também que o sítio 2 apresentou um menor desvio padrão das alturas aos 28 meses após o plantio, ou seja, as árvores deste sítio são mais homogêneas em altura.

Menezes (2005), relacionando produtividade de eucalipto com 26 características químicas do solo em duas regiões do Estado de Minas Gerais, observou que matéria orgânica do solo, teor de potássio na camada de 0 a 40 cm e fósforo remanescente do solo são as características que relacionaram significativamente com a produtividade do eucalipto. Em relação aos aspectos físicos do solo, este autor verificou que das 11 características avaliadas apenas quatro (densidade, areia, silte e argila) apresentaram correlação positiva e significativa com o crescimento das plantas.

Santana (1986) e Teixeira (1987), citado por Menezes (2005) verificaram maiores produtividades de eucalipto nas posições de topo do que na baixada. Eles explicam que isso se deve às boas características físicas do solo, no topo, que permitiram maior aprofundamento do sistema radicular e maior armazenamento de água, apesar da baixa fertilidade, enquanto que, na baixada o crescimento foi menor pela dificuldade da drenagem, embora a fertilidade natural fosse superior.

Verificou-se pela Figura 6, que até aos 22 meses após o plantio, na área do sítio 2 as plantas de eucalipto apresentaram crescimento em circunferência a altura do peito (CAP) mais que o dobro que dos outros sítios. Na avaliação realizada aos 28 meses, continua o maior crescimento médio no sítio 2, mas o incremento de CAP entre as duas idades foi menor nas plantas deste sítio, indicando, que nesta idade e sob esta condição de espaçamento de plantio, as plantas de eucalipto provavelmente já estão apresentando competição entre si por recursos ambientais. Observa-se que o desvio padrão do CAP no sítio 2 apresentam comportamento semelhante ao desvio padrão das alturas. Ou seja, um menor desvio padrão do CAP, apresentando árvores mais homogêneas em CAP.

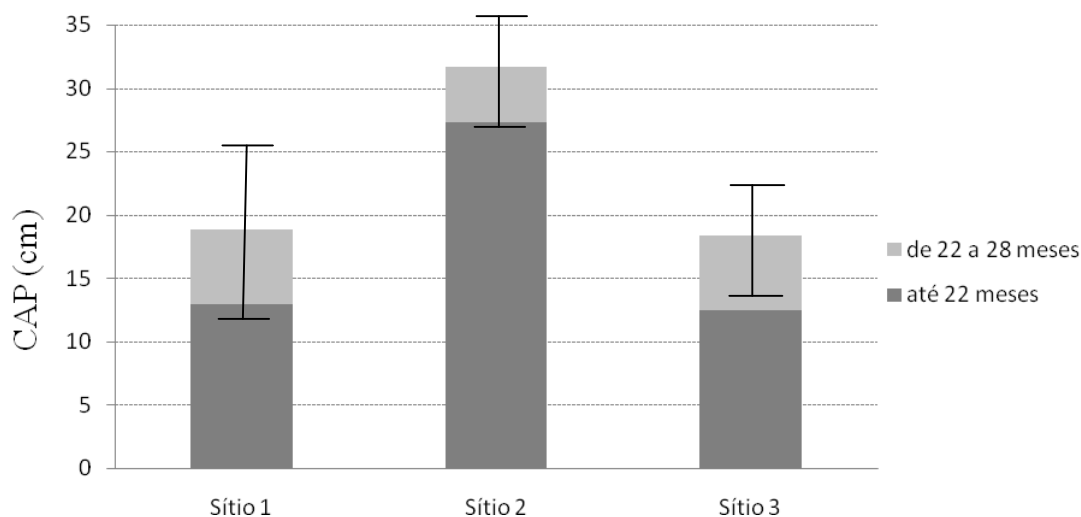


Figura 6: Crescimento em circunferência à altura do peito de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, aos 22 e 28 meses após o plantio, em três sítios, em área da cerâmica Vulcão Ltda, Município de Queimados, RJ. As barras indicam o desvio padrão da média aos 28 meses de idade.

5. CONCLUSÕES

Nos três sítios o solo foi classificado como LATOSSOLO AMARELO Endoálico distrófico, sendo o do sítio 2 o de melhor fertilidade para as exigências nutricionais do eucalipto.

O sítio 2 proporcionou melhor crescimento as plantas de eucalipto, a partir dos 6 meses de após o plantio. Isto ocorreu provavelmente devido ao sítio 2 está no topo do morro e os sítios 1 e 3 em área de encosta, com isso o sítio 2 apresentar menor potencial de erosão e maior capacidade de retenção de água.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS PLANTADAS **ABRAF**. Disponível em www.abraf.org.br Acesso em 05 de maio 2010.

AGROTECA TANABI **Reflorestamento Eucalipto**. Disponível em: http://www.agrotecatanabi.com.br/vendasmudas_eucalipto.html Acesso em 3 jul. 2010.

AMARAL, G. **Influência de características químicas e físicas de cinco diferentes solos da zona metalúrgica mineira na produtividade de eucalipto**. 1999. 111p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

ANDRADE, E. N. **O Eucalipto**, Jundiaí, 2." ed., Cia. Paulista de Estradas de Ferro, 667 p., 1961.

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. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1900. p. 127-186.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia: Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM Brasil. **Folhas sc. 21. Juremo: Geomorfologia, pedologias, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: v.20, 460 p., 1980.

CORRÊA NETO, T.A. **Atributos edafoambientais condicionadores da capacidade produtiva de plantios de eucalipto no campus da UFRRJ**. 2004. 95p. (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

GAVA, J. L. **Relações entre os atributos do solo e qualidade da madeira de clone de *Eucalyptus grandis* para a produção de celulose**. 2005. 55p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ESALQ – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GONÇALVES, J.L.M.; MELO, S.L.M. O sistema radicular das árvores. In: Gonçalves, J.L.M., Benedetti, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 221-267.

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; BENEDETTI, V.A.G.; FESSEL.; GAVA, J,L In: Gonçalves, J.L.M., Benedetti, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 35-38.

GONÇAVES, J. L. M.; COUTO, H. T. Z.; DEMATTÊ, J. L. I. Relações entre a produtividade de sítios florestais de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* com as propriedades de alguns solos de textura arenosa e média no Estado de São Paulo. **IPEF**, v.43, p.24-39, 1990.

JACCOUD, C.F.S. **PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE EUCALYPTUS UROPHYLLA EM TRÊS CLASSES DE SOLOS EM SEROPÉDICA, RJ**. 2006. 48P. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

Lepsch, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. p. 60-56.

LIMA, W.P. **Impacto ambiental do Eucalipto**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 302 p.. 1996.

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

NOVAIS, R.F., BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Nutrição mineral do eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1900. p. 25-98.

ORTIZ, J. L. **Emprego do geoprocessamento no estudo da relação entre potencial produtivo de um povoamento de eucalipto e atributos do solo e do relevo**. 2003. 202p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ESALQ – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SANTOS, J. B. et al. Tolerance of *Bradyrhizobium* strains to glyphosate formulations. **Crop Protec.**, v. 24, p. 543-547, 2005.

SOARES, C. P. B; LEITE, H. G; GORGENS, E. B.; Equações para estimar o estoque de carbono no fuste de árvores individuais e em plantios comerciais de eucalipto. **Revista árvore**. V. 29, n 5. P 711 – 718. 2005.

STURION, J. A. e BELLOTE, A. F. J. Implantação de povoamentos florestais com espécies de rápido crescimento. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Embrapa Florestas, p. 209 – 219. 2000.

ANEXO: Descrição dos horizontes dos perfis

Sítio 1 – LATOSSOLO AMARELO Endoálico distrófico

Ap 0-12 cm, seco (7,5YR 3/1) úmido (7,5YR 3/2), argilo arenosa, forte, pequeno e médio, blocos sub-angulares, muito dura, extremamente firme, não plástica, não pegajosa, transição ondulada e clara.

AB 12-20 cm, seco (7,5YR 3/4) úmido (7,5YR 4/4), argilo arenosa, forte, médio, sub-angulares, muito dura, firme ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa, ondulada e clara.

BA 20-40 cm, seco (7,5YR 5/3) úmido (7,5YR 4/6), argiloso; moderado, pequena e média blocos sub-angulares; firme, plástica, ligeiramente pegajosa, transição plana e clara.

Bw 40-110⁺ cm, seco (7,5YR 5/8) úmido (7,5YR 5/6); argiloso; fraca a moderada, pequena e média, graular, blocos sub-angulares; muito friável, plástica, ligeiramente pegajosa.

Raízes: finas e médias, comuns no Ap, poucas, finas e médias no AB/BA, raras e finas no Bw. **Observações:** Horizontes superficiais muito compactados, horizonte Bw úmido e solto. Canais de raízes transportando material do horizonte Ap para os horizontes subsuperficiais.

Sítio 2 – LATOSSOLO AMARELO Endoálico distrófico

Ap 0-10 cm, seco (7,5YR 3/1) úmido (7,5YR 3/2); argiloarenosa, forte, pequena, blocos sub-angulares; ligeiramente dura, firme, não plástica, não pegajosa, plana e clara.

BA 10- 38 cm, seco (7,5YR 5/6) úmido (7,5YR 4/4); argiloarenosa, moderada, médio, sub-angulares, muito dura, firme ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa, ondulada e clara.

Bw 38-100⁺ cm, úmida (7,5YR 5/8); argiloso; fraca, muito pequena, blocos angulares; friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa.

Raízes: comuns finas e médias no Ap, raras e finas nos BA, Bw. **Observações:** Bw matiz e consistência apenas úmida.

Sítio 3 – LATOSSOLO AMARELO Endoálico distrófico

Ap 0-7 cm, seco (7,5YR 3/2) úmido (7,5YR 2/2); argilo arenosa; forte, pequeno, blocos sub-angulares, muito dura, extremamente firme, não plástica, não pegajosa, ondulada e clara.

BA 7-38 cm, seco (7,5YR 5/6) úmido (7,5YR 4/6); argiloso; moderada, pequena e média, sub-angulares; dura, extremamente firme; ligeiramente plástica, não pegajosa, plana e clara.

Bw 38-110⁺ cm, seco (7,5YR 5/8) úmido (7,5YR 5/6); argiloso; fraca, muito pequeno e pequena, blocos subangulares; ligeiramente dura, muito friável, plástica, ligeiramente pegajosa; plana e gradual.

Raízes: poucas e finas nos horizontes Ap e Bw; comuns e finas no BA; finas e médias no horizonte A enterrado. **Observações** visuais realizadas em campo nos dias da coleta das amostras de solo foram observadas que os perfis dos sítios 1 e 3 apresentam evidências de erosão maior do que o sítio 2, em decorrência principalmente pelo relevo mais plano.