

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

MARCELLA DE OLIVEIRA PINHO SILVA

**AVALIAÇÃO DE DOIS TRATAMENTOS DE ADUBAÇÃO EM PLANTIO DE
EUCALIPTO CLONAL EM SOLO ARENOSO**

**Uberlândia MG
Junho – 2011**

MARCELLA DE OLIVEIRA PINHO SILVA

**AVALIAÇÃO DE DOIS TRATAMENTOS DE ADUBAÇÃO EM PLANTIO DE
EUCALIPTO CLONAL EM SOLO ARENOSO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia,
para obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Gilberto Fernandes Corrêa

**Uberlândia MG
Junho – 2011**

MARCELLA DE OLIVEIRA PINHO SILVA

**AVALIAÇÃO DE DOIS TRATAMENTOS DE ADUBAÇÃO EM PLANTIO DE
EUCALIPTO CLONAL EM SOLO ARENOSO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia,
para obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 05 de junho de 2011.

Prof. Lísias Coelho, Ph.D.
Membro da banca

Eng. Agr. Paulo Gonçalves Rabelo
Membro da banca

Prof. Dr. Gilberto Fernandes Corrêa
Orientador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a orientação do Prof. Gilberto e a colaboração do Prof. Lísias, Prof. Bruno, Paulo Rabelo e as equipes dos laboratórios da UFU de análises química e física do solo.

Também gostaria de agradecer às empresas e suas equipes, que contribuíram para a implantação do trabalho de conclusão de curso, White Martins e Valoriza.

À minha família e amigos pelo apoio, de modo geral.

E a Deus.

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o apoio das empresas White Martins e Valoriza, tendo como finalidade testar o efeito de um composto organo-mineral sobre o rendimento de um clone de eucalipto. O experimento se constituiu, portanto, em dois tratamentos: (i) o que é praticado pela empresa White Martins, em termos de calagem e adubações e (ii) o anterior, adotado nos plantios da referida Empresa, acrescido do composto organo-mineral. Os incrementos nutricionais ao solo foram avaliados em comparação com o solo de uma área adjacente, ainda sob vegetação original. As amostragens para análises de fertilidade do solo foram realizadas dezoito meses após o plantio e foram retiradas até a profundidade de dois metros, com duas repetições em cada tratamento: WM, VZ e Cerradão (CE). Os resultados das análises químicas demonstraram que, de um modo geral, a melhoria na fertilidade do solo sob plantio de eucalipto foi mais expressiva no tratamento que recebeu o composto organo-mineral. Os cálculos para avaliar o incremento de madeira foram realizados 30 meses após o plantio. Constatou-se, com os cálculos de cubagem, um potencial incremento significativo na produção de madeira no tratamento com adição do composto organo-mineral, com ganho de $72,41 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ aos sete anos, em relação ao tratamento WM. Além de, um lucro líquido de, aproximadamente, R\$ 1.499,42.

Palavras-chave: Eucalipto, clone, adubação.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1 Experimento.....	10
3.2 Amostragens dos solos.....	11
3.3 Análises Laboratoriais.....	12
3.4 Amostragens dos diâmetros para cálculos de cubagem.....	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1 Análises químicas.....	16
4.1.1 Matéria orgânica.....	16
4.1.2 pH em água.....	16
4.1.3 Fósforo.....	18
4.1.4 Potássio.....	19
4.1.5 Cálcio.....	20
4.1.6 Magnésio.....	21
4.1.7 Enxofre.....	22
4.1.8 Ferro.....	23
4.1.9 Manganês.....	24
4.1.10 Cobre.....	25
4.1.11 Zinco.....	26
4.1.12 Boro.....	27
4.2 Cubagem.....	28
4.2.1 Cálculos.....	28
4.2.2 Análise dos dados.....	29
4.2.3 Teste de Tukey.....	30
4.3 Morte precoce do clone de eucalipto.....	30
5 CONCLUSÕES.....	33
REFERÊNCIAS	34
APÊNDICE.....	36

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, em área plantada, é o segundo maior produtor de Eucalipto no mundo com, aproximadamente, três milhões de hectares. Para alcançar a demanda de altas produtividades, o melhoramento genético é um setor crescente com a utilização da clonagem em escala comercial, que confere características desejáveis ao cultivo (ALFENAS et al., 2004).

Em geral, as pesquisas envolvendo o sistema solo-planta, tendo em vista a nutrição mineral dos cultivos, visa proporcionar conhecimentos necessários para a indicação de sistema de manejo da adubação que propicie maior produtividade, viabilidade econômica e sustentabilidade.

Em solos arenosos o relevo não é favorável à erosão. A natureza essencialmente arenosa, como ocorre na área foco deste estudo, não permite o desenvolvimento de agregados. O solo apresenta-se sem estrutura (grãos simples). Devido ao baixo teor de argila, há pouca interação desta com a matéria orgânica, o que conduz a uma baixa residência da fração orgânica no solo. Na área desse estudo, os teores de matéria orgânica são baixos (CFSEMG, 1999) situando-se em torno de $1,0 \text{ dag kg}^{-1}$ nos primeiros 10 centímetros do solo, sob vegetação original do tipo Cerradão.

De acordo com Gonçalves (1996), ao se recomendar doses de nitrogênio em plantios de eucalipto uma variável a ser levada em consideração é o teor de matéria orgânica do solo. Em solos com baixo teor de matéria orgânica, como o da região em que foi desenvolvido este trabalho, o teor foliar de nitrogênio tende a ser baixo e, conseqüentemente, as respostas à adubação nitrogenada e orgânica são mais expressivas.

Este quadro, por um lado, constitui um ambiente extremamente dessaturado, praticamente sem reserva de nutrientes e, por outro lado, pode apresentar sérias limitações ao aprofundamento do sistema radicular no período das chuvas, quando o lençol freático se eleva a cerca de 2,0 metros da superfície do solo. No período da seca, porém, o nível do lençol freático chega a atingir mais de seis (6) metros de profundidade.

Apesar destas oscilações desfavoráveis, impondo condições de estresses ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas de eucalipto, particularmente a partir de mudas clonais, vêm-se, regionalmente, grandes áreas ocupadas com o cultivo de eucaliptos clonais (*urograndis*) nesse solo.

Ao observar esses maciços florestais, nota-se facilmente que os problemas apresentados são de natureza essencialmente hídrica, levando as plantas a um estresse também nutricional.

Foi, então, instalado um experimento de campo com o propósito de avaliar o manejo utilizado pela empresa (veja em Material e Métodos) em relação a uma parcela submetida ao mesmo manejo acrescido de 1 kg de composto organo-mineral por cova, tendo ainda, como referência, as características do solo na condição original (área circunvizinha sobre vegetação do tipo Cerradão).

Para constatação final da diferença dos tratamentos em termos quantitativos, foi analisado o incremento de madeira devido à adubação. Foram utilizados os cálculos de cubagem e probabilidade para averiguar se o acréscimo do composto orgânico propiciaria uma diferença significativa, do ponto de vista econômico.

Este estudo foi proposto com o objetivo de avaliar o rendimento, em madeira, de um clone de eucalipto, mediante a adição de 1 kg de um composto organo-mineral/cova, em adição ao tratamento adotado empresa, na formação do maciço florestal, em solo arenoso.

2 REVISÃO DE LITERATURA

De acordo com Barros (1990) o eucalipto, tanto em condições de viveiro quanto no campo têm dado respostas significativas à aplicação de fontes minerais de nitrogênio, o que deve ter como justificativa o aumento da pressão osmótica junto às raízes. Além disso, também afirma que esse resultado se apresenta mais acentuado quando o plantio é feito em período seco.

No Brasil, a maioria das plantações de eucalipto situa-se em solos distróficos e, portanto, a ciclagem de nutrientes e a fertilização são de extrema importância para manutenção da produtividade (GAMA-RODRIGUES, 2005).

Conforme Bray (1948) ao se realizar análises químicas laboratoriais deve-se atentar para a correlação entre as respostas da cultura com ou sem aplicação de nutrientes, em diferentes ambientes.

Para Rodrigues et al. (2010), quando aumenta-se a produção de matéria seca da parte aérea, também aumenta-se, proporcionalmente, a quantidade de nutrientes absorvidos pelas raízes das plantas.

A matéria orgânica presente no solo pode ser advinda tanto da ciclagem natural da planta como da adição de compostos orgânicos ao solo. Para a velocidade de decomposição da matéria-orgânica presente no solo é importante saber a relação C/N do material orgânico.

A matéria orgânica no solo subdivide-se em três porções, diferenciadas pelo tempo de ciclagem: a ativa (até 14 anos), a lenta (até 5 anos) e a passiva (até 150 anos). A fração ativa contém a biomassa microbiana e seus metabólitos, diretamente influenciados pelos fatores bióticos e abióticos (GAMA-RODRIGUES, 2005).

A biomassa microbiana presente na matéria orgânica em condições de flutuações sazonais de temperatura e umidade, no cultivo e manejo de resíduos, apresenta rápida ciclagem. Com o aumento da pluviosidade a taxa de decomposição da matéria orgânica também aumenta (GAMA-RODRIGUES, 2005).

Outro fator, que determina a disponibilidade de nitrogênio e carbono é o tipo de solo. Em solos argilosos a matéria orgânica interage com a argila. Quando há suficiente umidade no solo os nutrientes são disponibilizados para a solução e, assim, absorvidos pelo sistema radicular (GAMA-RODRIGUES, 2005).

Foi observado por Novais et al. (1982) e que a tolerância ao baixo nível de fósforo no solo diminui com o aumento da idade da planta, principalmente, em plantas perenes. Os

sintomas de deficiência de zinco, por exemplo, tendem a desaparecer com o aumento da idade da planta (RODRIGUES et al., 2010).

Tem se verificado que o nível crítico do potássio no solo é alterado de acordo com a disponibilidade de cálcio e magnésio, bem como a relação entre ambos (BARROS et al., 1981).

Grande parte dos reflorestamentos é feita em solos de baixa fertilidade natural, como os do cerrado brasileiro. Os fertilizantes utilizados com fontes mais concentradas de nitrogênio e fósforo limitam o crescimento e, portanto, a produtividade, devido à deficiência de enxofre (FONTES et al., 1982).

O cálcio absorvido é transportado via apoplasto, um processo passivo; já o fósforo e o potássio são transportados via simplasto com gasto de energia. Por isso a absorção do cálcio ocorre apenas próximo às pontas das raízes, onde as paredes celulares da endoderme não são suberizadas, porém os demais (fósforo e potássio) ocorrem em toda raiz (MENGEL; KIRKBY, 1982).

Segundo Barros et al. (1990), em casas de vegetação, quando se tem a umidade do solo próxima à capacidade de campo, as aplicações de microutrientes em eucalipto não apresentam respostas significativas, independentemente do tipo de solo. Os micronutrientes estão diretamente ligados ao enraizamento do clone de Eucalipto devido à importância destes no metabolismo da planta e na atividade de reguladores do crescimento vegetal (ALFENAS et al., 2004).

Principalmente, em solos do cerrado brasileiro, o aparecimento de sintomas de deficiência de micronutrientes, como o boro, o cobre e o zinco, nos plantios clonais de eucalipto tem se intensificado. Esse fato se deve a alta exigência nutricional de materiais genéticos mais produtivos (RODRIGUES et al., 2010).

Para Barros (1990), em regiões de baixa pluviosidade e com solos extremamente arenosos, os sintomas de deficiência de boro e de zinco nos estágios iniciais de crescimento do eucalipto são muito severos. Podem ocorrer sintomas como morte apical e a super-brotação com entrenós muito curtos, devido à planta perder sua dominância apical.

Ao se referir aos devidos cálculos para volumes a partir da amostragem dos diâmetros, Campos e Leite (2006), mencionaram que, normalmente, em plantios florestais são utilizados parâmetros como espécie, espaçamento, classe de idade e regime de corte. Entretanto, neste trabalho foi utilizado para diferenciar dois tratamentos em relação à adubação, bem como o que esta favoreceu em termos de produtividade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Experimento

O Experimento foi instalado na Fazenda Segredo do Grupo White Martins, localizada no município de João Pinheiro – MG. A região possui temperatura média anual de 22,5° C (média máxima de 28,8° C e média mínima de 16,5° C) e pluviosidade média anual de 1.442 mm, sendo que cerca de 70% concentram-se no verão.

A profundidade do lençol freático, medido no final do período seco (setembro/2008 e outubro/2009) através de perfuração com trado tipo holandês, alcançou respectivamente 5,10m e 6,15m.

O plantio dos eucaliptos foi feito em fevereiro de 2007 com o Clone 3334 Acesita. A área total do experimento foi de 42 m x 18 m, com o espaçamento de 3m x 3m. Nesta área, o solo apresentou a seguinte composição granulométrica: 481 g.kg⁻¹ (areia grossa), 271 g.kg⁻¹ (areia fina), 57 g.kg⁻¹ (silte) e 191 g.kg⁻¹ (argila). Este teor de argila (191 g.kg⁻¹) e as características morfológicas deste solo o enquadram na classe Latossolo Amarelo distrófico psamítico, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Os tratos adotados pela empresa White Martins (WM) para plantio do eucalipto naquela área consistem na aplicação de fósforo reativo na dosagem de 400 kg.ha⁻¹ (120g.m⁻¹), distribuído ao longo dos sulcos de plantio com 45 a 50 cm de profundidade. Posteriormente, foi realizada a calagem mediante a aplicação de 2.000 kg.ha⁻¹ de calcário dolomítico na área toda, sem incorporação.

No tratamento diferenciado (Valoriza-VZ), além dos tratos básicos, foram incorporados 1.000g.cova⁻¹ de adubo organo-mineral Valoriza-S, o qual apresenta a composição que consta na Tabela 1.

A adubação inicial (de arranque) é feita junto à planta, 10 a 15 dias após o plantio, usando o formulado NPK 6-30-6 + micronutrientes (1% Boro, 0,5% de Zinco e de Cobre). A segunda cobertura foi feita 90 dias após o plantio, também na cova, e se constituiu dos mesmos micronutrientes relacionados acima + K e N.

A terceira área, caracterizada pela vegetação do tipo Cerradão (CE) foi tomada como testemunha em área contígua. Nessa área o solo apresentou-se um pouco mais arenoso: 600 g.kg⁻¹ (areia grossa), 268 g.kg⁻¹ (areia fina), 15 g.kg⁻¹ (silte) e 117 g.kg⁻¹ (argila). Devido o teor de argila ser inferior a 150 g/kg, este solo enquadra-se na classe Neossolo Quartzarênico órtico típico (EMBRAPA, 2006).

Tabela 1: Caracterização química e físico-química do Fertilizante Orgânico Valoriza-S utilizado no experimento.

Determinações	Umidade Natural
pH em CaCl ₂ 0,01mol L ⁻¹	7,8
Umidade Total (%)	30
Matéria orgânica total (%)	38
N total (%)	2,7
P total (%)	4,2
K total (%)	2,0
Ca total (%)	4,2
Mg total (%)	1,32
S total (%)	0,78
Cu total (mg kg ⁻¹)	81,50
Mn total (mg kg ⁻¹)	445
Zn total (mg kg ⁻¹)	476,75
Fe total (mg kg ⁻¹)	11.000
B total (mg kg ⁻¹)	182,00
Na total (mg kg ⁻¹)	4.400
Relação C/N (C total e N total)	12,75/1

3.2 Amostragens de solos

As amostragens foram realizadas em agosto de 2008, quando as plantas estavam com 18 meses de idade.

Para coleta das amostras de solo foi feita a abertura de seis trincheiras com 1m de profundidade, sendo duas na área do experimento com adubo organo-mineral Valoriza-S, duas na área da testemunha (padrão White Martins) e duas no cerradão, como área de referência.

As coletas foram feitas até a profundidade de 2 metros com intervalos de 10 em 10 centímetros nos primeiros 40 centímetros de profundidade e, a partir daí, com intervalo de 20 centímetros até atingir 2 metros de profundidade. O espaçamento entre a face do corte do solo até a planta (faixa de solo amostrado na linha de plantio) foi de 16 centímetros, até 100

centímetros. A partir dessa profundidade (100 cm) até 200 cm as amostras foram retiradas com o auxílio de um trado tipo holandês, o que obrigou a afastar a linha de amostragem de aproximadamente 15 cm para poder girar o trado.

3.3 Análises Químicas

As análises químicas das amostras foram realizadas no Laboratório de Análises de Solo (LABAS) do Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

A partir do extrator Melich 1 ($\text{HCl mol.L}^{-1} + \text{H}_2\text{SO}_4 0,0125 \text{ mol.L}^{-1}$) foram analisados os elementos P e K^+ (EMBRAPA, 1997). Os elementos Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} foram extraídos com $\text{KCL } 1 \text{ mol.L}^{-1}$ e a matéria orgânica foi obtida pelo método colorimétrico (EMBRAPA, 1997). O enxofre (S) foi extraído com fosfato monobásico de cálcio ($\text{CaH}_4\text{O}_8\text{P}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$, conforme preconizado por Van RAIJ et al. (2001). Determinou-se o pH em H_2O , na relação 1:2,5 (solo:solução) em pHmetro previamente calibrado com solução tampão pH 4,0 e pH 7,0 conforme Embrapa (1997).

O micronutriente boro (B) foi extraído a quente com solução de $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O } 0,125\%$. Ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e zinco (Zn), foram extraídos pela solução DTPA $0,005 \text{ mol.L}^{-1} + \text{TEA } 0,1 \text{ mol.L}^{-1} + \text{CaCl}_2 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ a pH 7,3 (Van RAIJ et al., 2001).

3.4 Medições dos diâmetros para cálculos de cubagem

No ano seguinte, foram realizadas as medições para avaliação do volume de madeira produzido. Foram tomados os diâmetros de 20 árvores em cada tratamento. Visto que as áreas dos tratamentos são pequenas e árvores de pequeno porte, o método mais indicado para realização dos cálculos de cubagem é o método de volume cilíndrico.

De acordo com o Inventário Florestal Nacional (CAMPOS; LEITE, 2006), neste método, o volume real da madeira é obtido através da multiplicação do volume cilíndrico por um fator de forma médio da floresta. O volume real é calculado através do método da área basal da árvore média, pela multiplicação da área basal do povoamento e pela altura média e pelo fator de forma médio.

Para a comparação das médias dos tratamentos foi utilizado o Teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

A Figura 1 representa a altura em que é medida o DAP das 20 árvores selecionadas ao acaso nas duas áreas de tratamento. Esta figura também demonstra os dois volumes utilizados nos cálculos do volume cilíndrico, para obtenção da árvore média, e o volume sólido, o qual retrata o volume real de madeira.

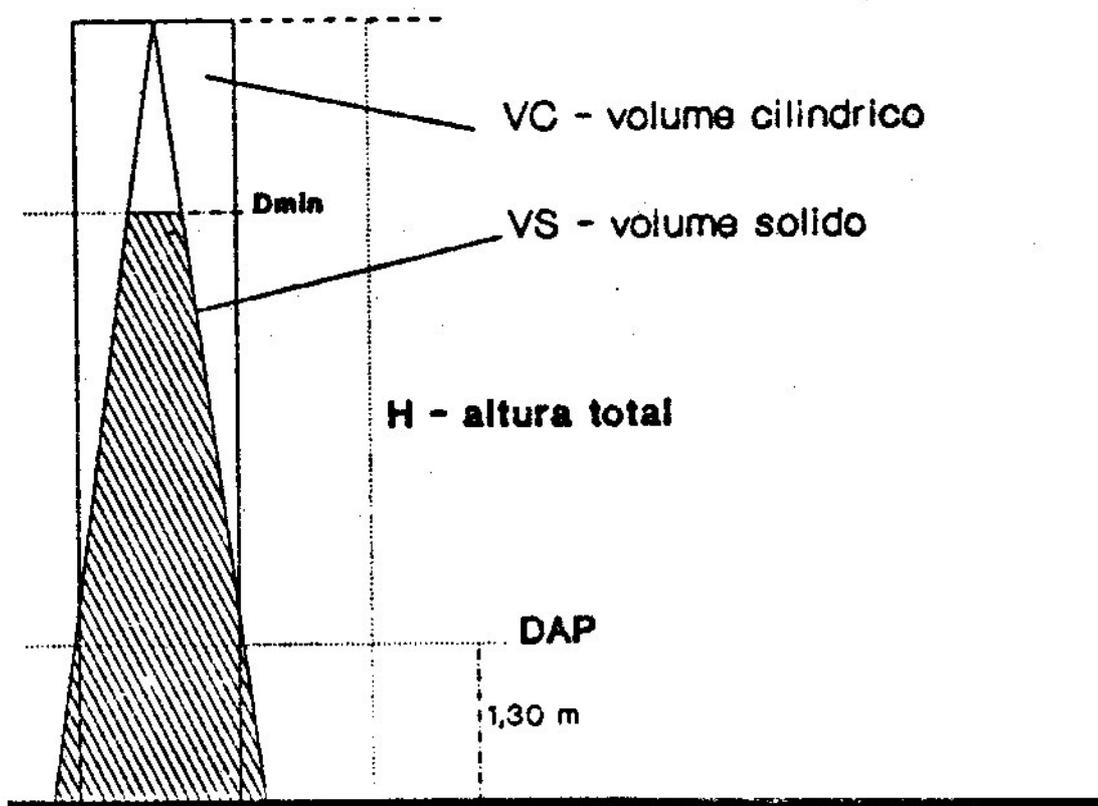


Figura 1: Esquema de diferenciação dos tipos de volumes calculados

Fórmulas utilizadas:

$$VC = \frac{\pi}{4} DAP^2 H$$

Onde:

VC: Volume cilíndrico

DAP: Diâmetro à altura do peito

H: Altura da árvore

O volume real de madeira de uma seção da árvore é obtido a partir da média da área menor com a área maior, multiplicada pela altura da seção (Figura 2). Assim, com a soma do volume real de cada seção resulta-se no volume sólido da árvore (Figura 3).

$$V = \left(\frac{A + a}{2} \right) l$$

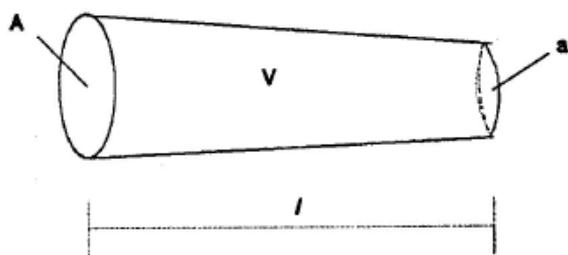


Figura 2: Representação do cálculo da média da seção cilíndrica

Onde:

V: Volume real

A: Área da base maior da seção

a: Área da base menor da seção

l: Altura da seção

$$FF = \frac{V}{VC}$$

Onde:

FF: Fator de forma

V: Volume real

VC: Volume cilíndrico

$$VT = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_{n-1}$$

VT: Volume real total

$V_1, V_2, V_3 \dots$: Volume real de cada seção

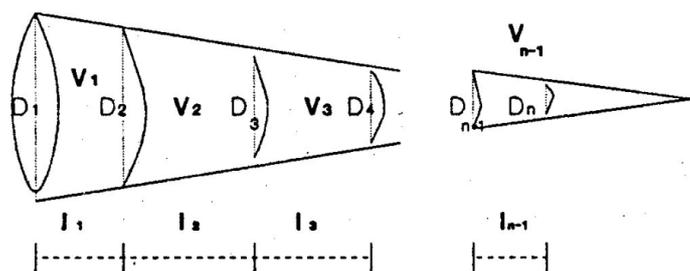


Figura 3: Representação das seções para determinação do volume total do fuste

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises químicas

4.1.1 Matéria Orgânica

Observa-se que os teores de matéria orgânica (Figura 4 e Figura A1C) são baixos no solo da área intocada e menores ainda na área sob cultivo de eucalipto. Os aumentos verificados devem-se à aplicação do composto organo-mineral na cova. Verifica-se também, um rápido decréscimo da matéria orgânica com a profundidade, o que é esperado nos solos, em geral. Esse incremento da matéria orgânica com o tratamento VZ, embora, ainda em nível baixo, é bastante representativo no aumento da CTC, uma vez que se trata de solo extremamente arenoso (CFSEMG, 1999).

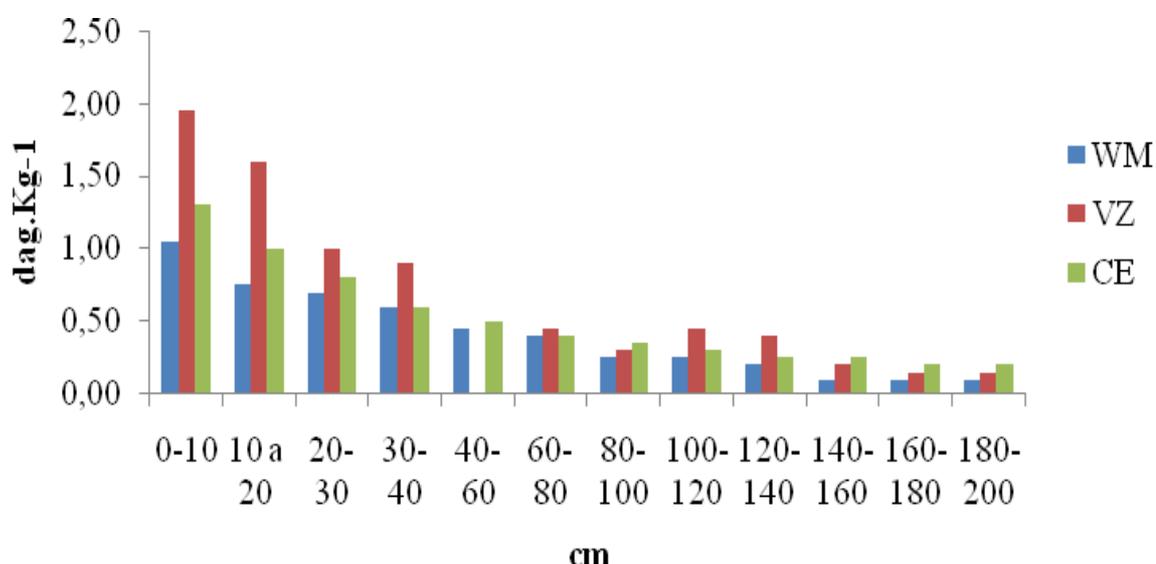


Figura 4: Distribuição dos teores de matéria orgânica com a profundidade, nos tratamentos WM, VZ e CE, implantados na Fazenda Segredo do grupo White Martins, em João Pinheiro (MG) e avaliados em Setembro de 2008.

4.1.2 pH em Água

Os corretivos mais utilizados na implantação de florestas são de baixa reatividade, pois são solubilizados ao longo do tempo, disponibilizando nutrientes, como, Cálcio e o Magnésio e corrigindo o solo ao longo dos sete anos de cultivo.

A calagem foi feita em área total e sem incorporação, porém a disponibilidade do calcário não foi tão expressiva, provavelmente, devido à baixa reatividade e sua distribuição apenas na superfície do solo. Em concordância, com este fato observa-se (Figura 5 e Figura A1A) que os valores de pH pouco variam entre os tratamentos, pelas razões acima expostas. Os valores encontrados situam-se na faixa de, aproximadamente, 4,5 a 5,5, considerados baixos do ponto de vista agrônômico (CFSEMG, 1999).

A partir dos resultados da análise química podemos fazer a determinação da necessidade de calagem. O eucalipto é uma cultura tolerante a altas concentrações de alumínio, por isso utilizamos a calagem para adicionar cálcio e magnésio ao solo.

Para tanto diante das seguintes fórmulas, utiliza-se apenas CD:

$$\begin{aligned} \text{NC} &= \text{CA} + \text{CD} \\ \text{CA} &= \text{Y} [\text{Al}^{3+} - (\text{m}_t \cdot \text{t}/100)] \\ \text{CD} &= \text{X} - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) \end{aligned}$$

Onde:

NC: Necessidade de calagem

CA: Correção da acidez

CD: Correção da deficiência de cálcio e magnésio

Y: Valor variável em função da capacidade tampão da acidez do solo

m_t : Máxima saturação por Al^{3+} tolerada pela cultura

X: Exigência da cultura por Ca^{2+} e Mg^{2+}

Para a área da White Martins:

$$\text{CD} = 1 - (0,2 + 0,1) = 0,7 \text{ t/ha}$$

Considerando PRNT igual a 100, a quantidade de calcário que deveria ser utilizada na área WM após 18 meses do plantio é 0,7 toneladas por hectare.

Para a área da Valoriza:

$$CD = 1 - (2,2 + 0,6) = - 1,8 = 0$$

Na área VZ não seria necessário fazer calagem, após 18 meses do plantio.

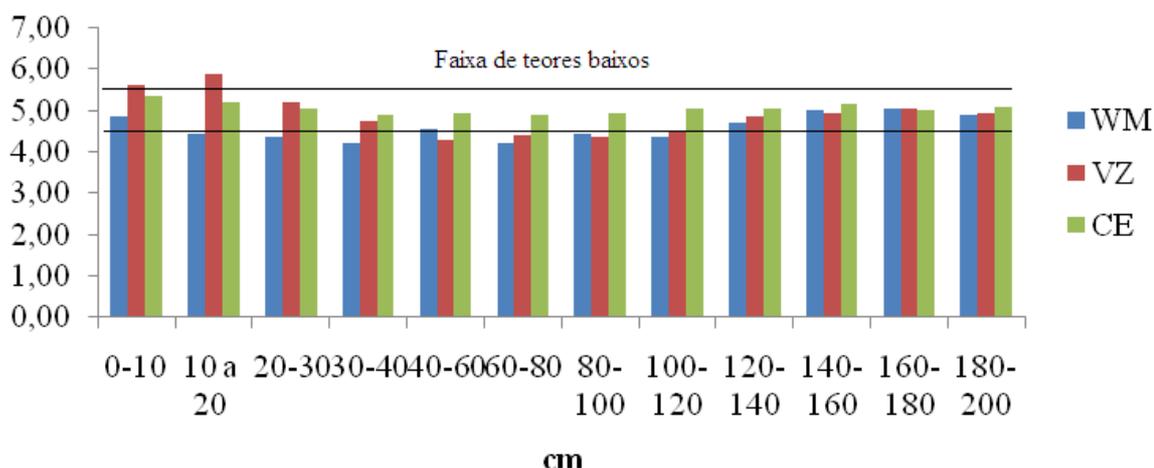


Figura 5: Distribuição dos valores de pH em água com a profundidade, nos tratamentos WM, VZ e CE, implantados na Fazenda Segredo do grupo White Martins, em João Pinheiro (MG) e avaliados em Setembro de 2008.

4.1.3 Fósforo

O Fósforo é um macronutriente que, na fotossíntese atua na síntese de açúcares, amido e no transporte de carboidratos. Ele participa do metabolismo da planta em vários processos como armazenamento e transferência de energia (ALFENAS et al., 2004).

Vários fatores determinam a velocidade de difusão do Fósforo, como o teor de água no solo, a interação entre o nutriente e os colóides do solo, distância a ser percorrida até atingir as raízes das plantas, além das características morfológicas e fisiológicas das raízes (FERNANDES, 1999). Em solos arenosos existem mais macroporos, pelos quais é facilitado o transporte do fósforo por difusão.

Em solos arenosos o nível crítico para produção de eucalipto é 80 mg.dm^{-3} (CFSEMG, 1999), sendo assim, apenas as árvores que receberam o tratamento Valoriza possuem teores de fósforo no solo necessários para o desenvolvimento.

Além disso, clones de eucalipto são nutricionalmente mais exigentes e, portanto, estão ainda mais sujeitos à deficiência desse nutriente.

Observa-se (Figura 6 e Figura A2A) que os teores naturais de fósforo no solo são baixíssimos, tornando a adição desse elemento extremamente importante à produção vegetal.

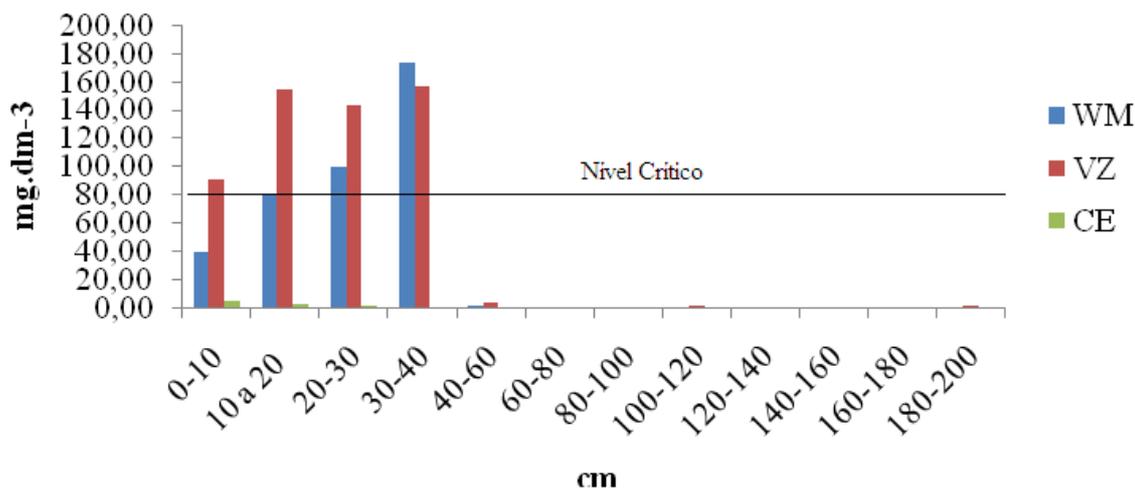


Figura 6: Distribuição dos teores de fósforo com a profundidade, nos tratamentos WM, VZ e CE, implantados na Fazenda Segredo do grupo White Martins, em João Pinheiro (MG) e avaliados em Setembro de 2008.

4.1.4 Potássio

Nutriente essencial que atua na manutenção dos estômatos turgidos, na regulação osmótica celular e na estabilização do pH (ALFENAS et al., 2004).

Nas primeiras camadas do solo, mesmo em pequenas proporções, os teores de Potássio sem o tratamento VZ apresentam-se maiores nos primeiros decímetros do solo. O Potássio presente no adubo adicionado tende a ser rapidamente adsorvido nos colóides do solo, pelo deslocamento catiônico e substituição deste pelo cálcio (ROCHA et al., 2004).

Além disso, os teores de potássio em todos os tratamentos são maiores na camada superficial, devido à ciclagem de nutrientes pela vegetação natural.

De acordo com a CFSEMG (1999), o nível crítico para o teor de potássio no solo é 10 mg.dm⁻³ para a cultura do eucalipto. Portanto em todos os tratamentos (Figura 7 e Figura A2B) este elemento está presente no solo em nível adequado, para o desenvolvimento normal do eucalipto, apenas nos primeiros 40 cm.

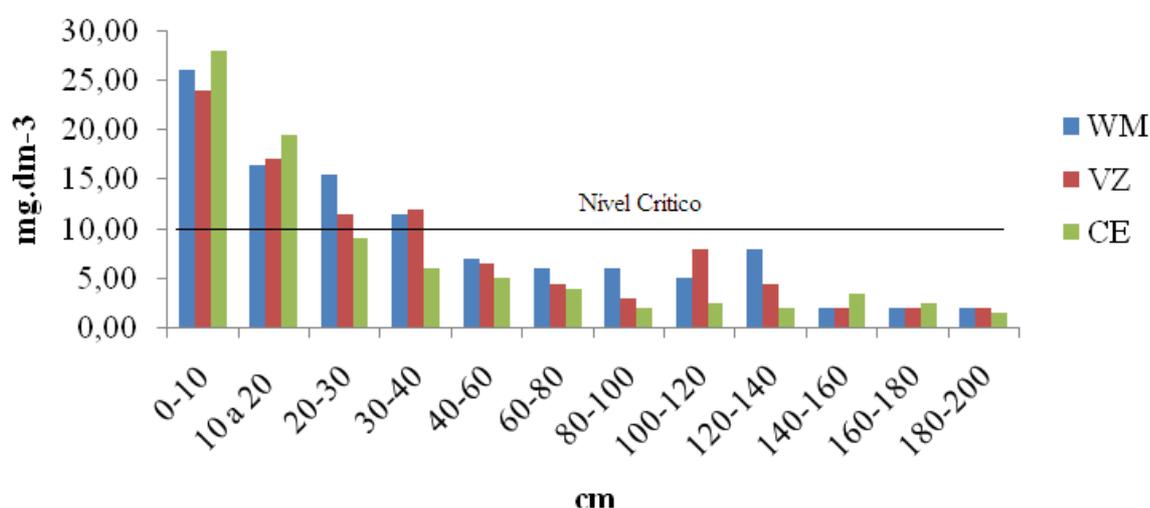


Figura 7: Distribuição dos teores de potássio com a profundidade, nos tratamentos WM, VZ e CE, implantados na Fazenda Segredo do grupo White Martins, em João Pinheiro (MG) e avaliados em Setembro de 2008.

4.1.5 Cálcio

Necessário no processo de sinalização celular e na determinação da permeabilidade da membrana, o cálcio, quando associado à pectina na lamela média, compõe a parede celular e também participa do processo de divisão e desenvolvimento da célula. Portanto pode afetar, negativamente, a estruturação primária das raízes do Eucalipto (ALFENAS et al., 2004).

A Figura 8 demonstra a resposta expressiva do cálcio através da adubação organo-mineral. Isso ocorre quando o cálcio (fornecido pela calagem), uma vez adsorvido na fração coloidal, foi disponibilizado na solução do solo devido à adsorção antagônica com o potássio. Ou seja, ao adicionar o composto, o potássio concorreu com o cálcio pelo mesmo sítio de ligação no colóide do solo. A alta concentração de cálcio no composto contribuiu também para essa troca iônica com o potássio (ROCHA et al., 2004).

O nível crítico de cálcio no solo para o plantio de eucalipto é $0,2 \text{ cmol} \cdot \text{dm}^{-3}$. De acordo com a Figura 8 e a Figura A2C, apenas o tratamento com o adubo organo-mineral disponibilizou tal concentração de cálcio.

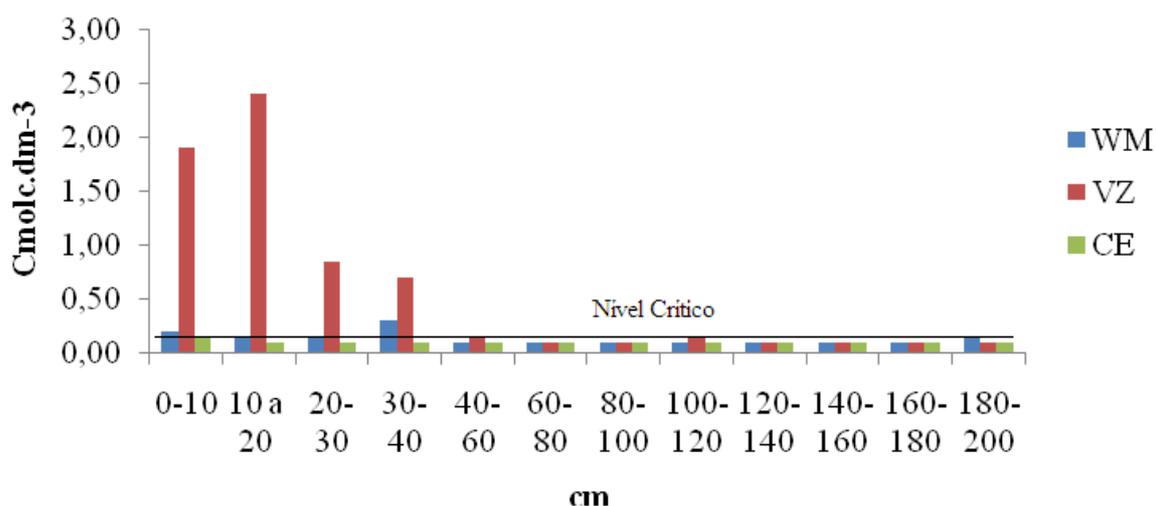


Figura 8: Distribuição dos teores de cálcio com a profundidade, nos tratamentos WM, VZ e CE, implantados na Fazenda Segredo do grupo White Martins, em João Pinheiro (MG) e avaliados em Setembro de 2008.

4.1.6 Magnésio

Macronutriente essencial para formar a clorofila, sintetizar proteínas, regular o pH celular e o equilíbrio entre cátions e ânions (ALFENAS et al., 2004).

Para o equilíbrio da concentração de bases no solo é indicado que se obtenha a relação 3:1 entre cálcio e magnésio, respectivamente (FASSBENDER; BORNEMISZA, 1994). Isto foi proporcionado pela adubação organo-mineral, nas camadas iniciais, próximas à cova de aplicação. Nos demais tratamentos (Figura 9 e Figura A2D) a presença de magnésio é extremamente baixa devido à natureza dessaturada do solo, mesmo com a aplicação de duas toneladas de calcário dolomítico por hectare, porém sem incorporação.

O nível crítico de magnésio é de 0,05 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ no solo para a cultura do eucalipto. (CFSEMG, 1999). Observa-se que, nas camadas superficiais, todos os tratamentos possuem teores acima do nível crítico, porém no tratamento VZ os valores foram superiores e mais distribuídos no perfil do solo.

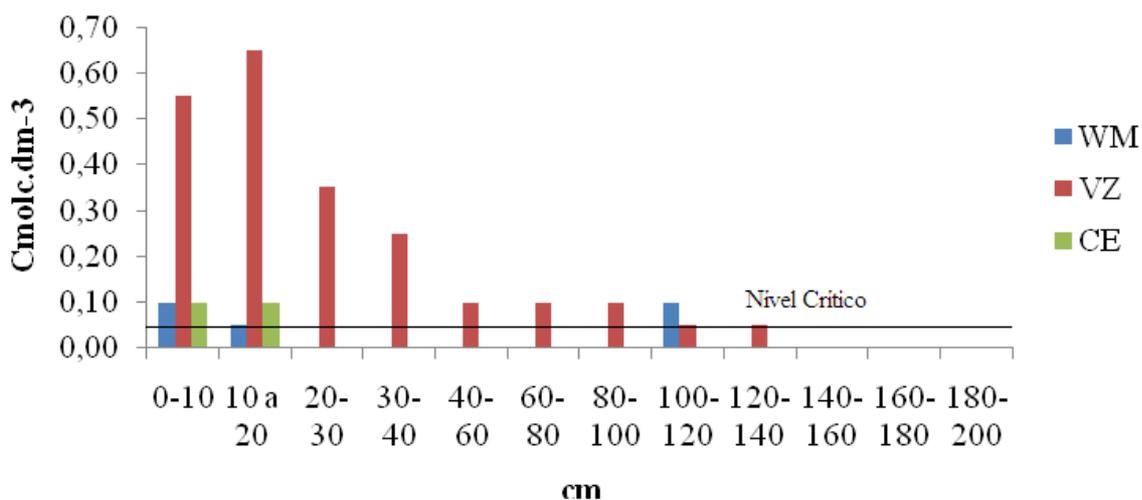


Figura 9: Distribuição dos teores de magnésio com a profundidade, nos tratamentos WM, VZ e CE, implantados na Fazenda Segredo do grupo White Martins, em João Pinheiro (MG) e avaliados em Setembro de 2008.

4.1.7 Enxofre

O Enxofre atua na formação de etileno e poliaminas. Nutriente de essencial importância na biossíntese de proteínas que apresente cisteína, metionina e tiamina (ALFENAS et al., 2004).

Observa-se pela Figura 10, que o enxofre deslocou-se mais em profundidade conforme o esperado, principalmente, se tratando de solo arenoso. De acordo com Furtini Neto et al. (1988) teores de enxofre de até 16 mg.dm^{-3} são considerados suficientes para o atender as necessidades nutricionais deste elemento em Eucalipto. De acordo com estes mesmos autores teores maiores deste elemento pode causar decréscimo de biomassa. Observa-se na Figura 10 e na Figura A2E, que estes teores ultrapassam em muito este nível na profundidade de 40 cm a 100 cm.

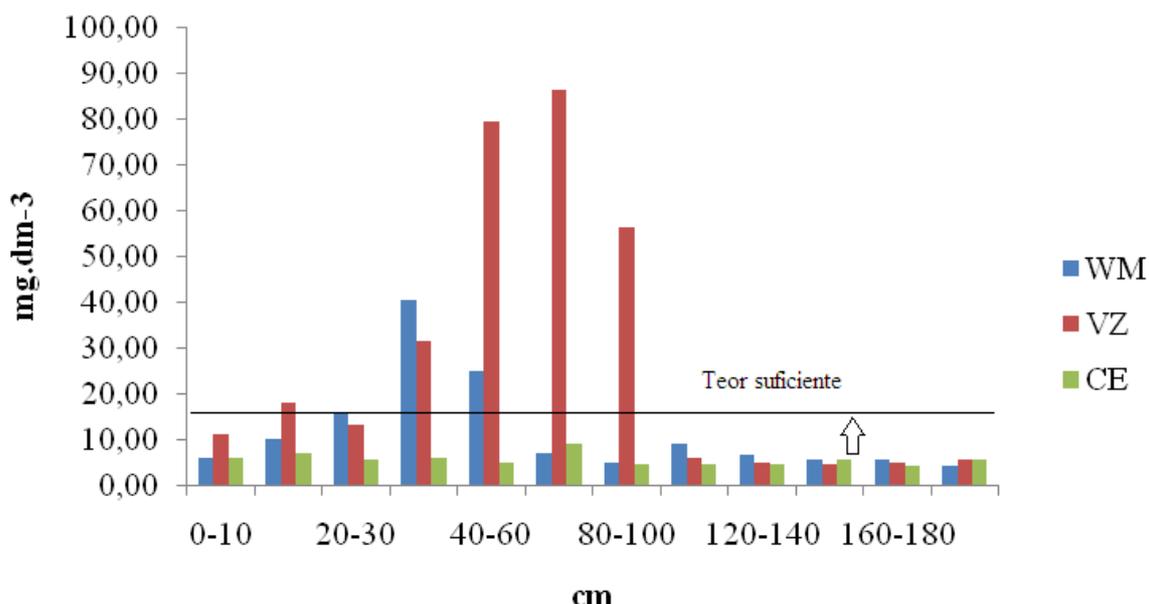


Figura 10: Distribuição dos teores de enxofre com a profundidade, nos tratamentos WM, VZ e CE, implantados na Fazenda Segredo do grupo White Martins, em João Pinheiro (MG) e avaliados em Setembro de 2008.

4.1.8 Ferro

Importante no processo de fotossíntese e na respiração devido às reações de redox. Também presente na síntese de clorofila (ALFENAS et al., 2004).

Os teores de Ferro (Figura 11 e Figura A3E), de acordo com a literatura (DELL et al., 1995) estão em níveis adequados apenas nos primeiros decímetros do solo (dentro da faixa de concentração de 52 a 97 mg.dm⁻³). Altos teores de zinco podem induzir deficiência de ferro em eucalipto (SOARES et al., 2001).

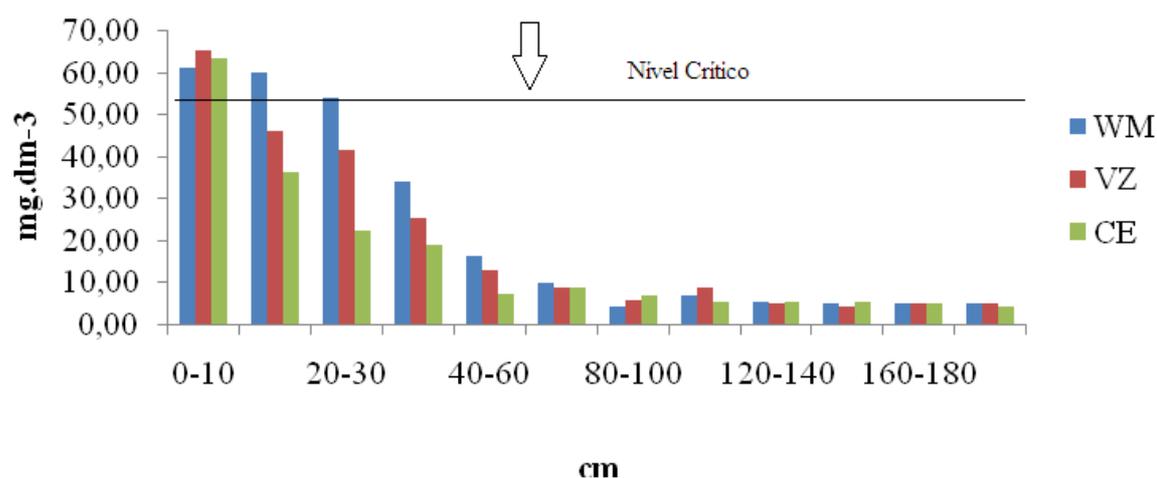


Figura 11: Distribuição dos teores de ferro com a profundidade, nos tratamentos WM, VZ e CE, implantados na Fazenda Segredo do grupo White Martins, em João Pinheiro (MG) e avaliados em Setembro de 2008.

4.1.9 Manganês

O Manganês contribui nos processos de fotossíntese e de lignificação da madeira. Essencial no transporte de elétrons nos cloroplastos e nas reações redox (ALFENAS et al., 2004).

O pequeno aumento verificado nos teores de manganês nos dois tratamentos se restringiu aos primeiros 20 cm de solo (Figura 12 e Figura A3D), situando dentro da faixa de níveis médios de manganês conforme estudo de Raij (2001). Observa-se que a ciclagem de nutrientes foi mais eficiente no fornecimento deste elemento, conforme se constata no cerradão (CE) e que, nos tratamentos, os teores de manganês encontram-se em níveis muito baixos em maiores profundidades (abaixo de 20 cm) no solo.

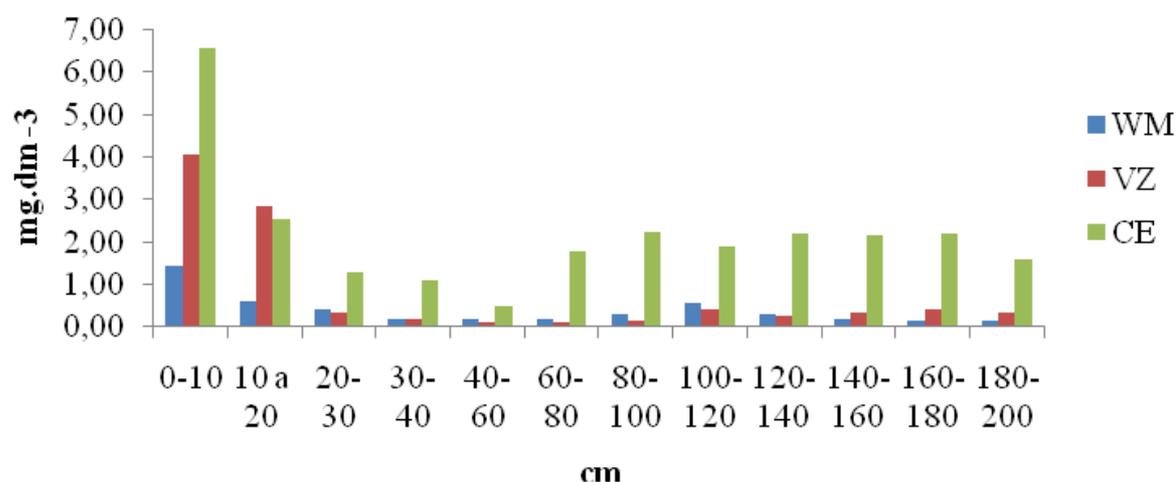


Figura 12: Distribuição dos teores de manganês com a profundidade, nos tratamentos WM, VZ e CE, implantados na Fazenda Segredo do grupo White Martins, em João Pinheiro (MG) e avaliados em Setembro de 2008.

4.1.10 Cobre

Micronutriente de grande importância na fotossíntese, pois é ligado à plastocianina. Além disso, está na composição de enzimas, como polifenol, oxidases e do receptor de etileno. Também participa do processo de lignificação da madeira (ALFENAS et al., 2004).

É importante ressaltar que o cobre é complexado pela matéria orgânica e forma complexos orgânico-metálicos estáveis. Entretanto, quando o ambiente da rizosfera está ácido, porções de cobre, antes não absorvidas, tornam-se disponíveis às plantas (RODRIGUES et al., 2010).

Em solos de cerrado, os níveis críticos de cobre para o desenvolvimento do eucalipto são iguais ou menores a 0,12 mg.dm⁻³ pelo extrator Mehlich-1 e para o extrator DTPA, devem ser iguais ou menores que 0,09 mg.dm⁻³ (RODRIGUES et al., 2010).

Portanto, os teores de cobre nos tratamentos WM e VZ encontram-se acima do nível crítico indicado para o solo do cerrado, apenas nos 30 cm superficiais, indicando a deficiência desse elemento nas condições naturais e mesmo nos tratamentos, abaixo dessa profundidade (Figura 13 e Figura A3B).

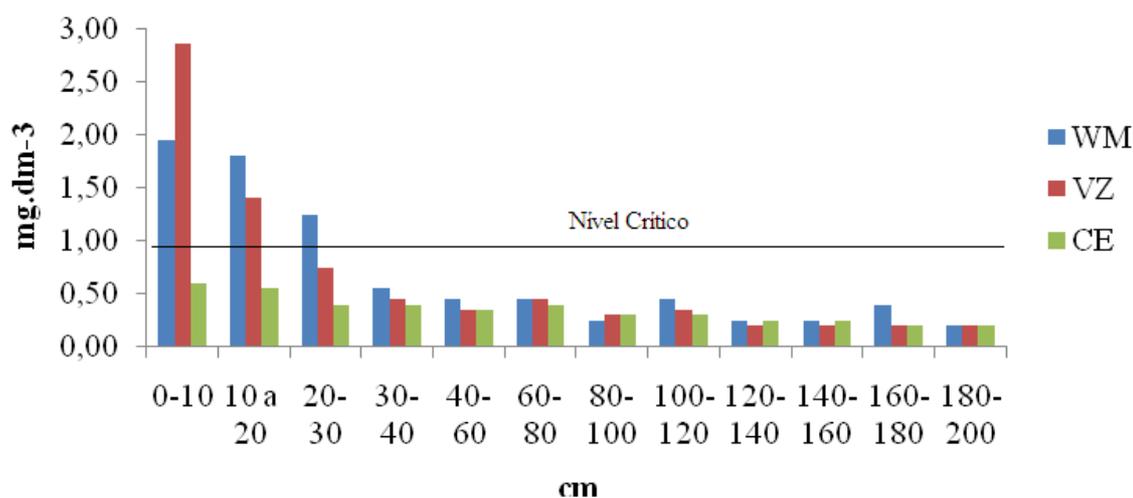


Figura 13: Distribuição dos teores de cobre com a profundidade, nos tratamentos WM, VZ e CE, implantados na Fazenda Segredo do grupo White Martins, em João Pinheiro (MG) e avaliados em Setembro de 2008.

4.1.11 Zinco

O zinco é importante para a formação de ácidos nucléicos, pois compõe fatores de transcrição e enzimas. Também interfere na fotossíntese e síntese de auxina (ALFENAS et al., 2004).

Segundo Oliveira et al. (1999), o fluxo difusivo do zinco é maior em solos com concentrações menores de argila. Portanto, nessas condições, há maior absorção do nutriente pelas raízes. Entretanto, sua difusão diminui com o aumento da alcalinidade do solo. Também se sabe que, pelo mecanismo de quelatação do zinco com substâncias orgânicas, este pode tornar-se disponível, mesmo em meio alcalino. Todavia, este não é o caso das condições pedológicas da área estudada (Figura 14 e Figura A3C).

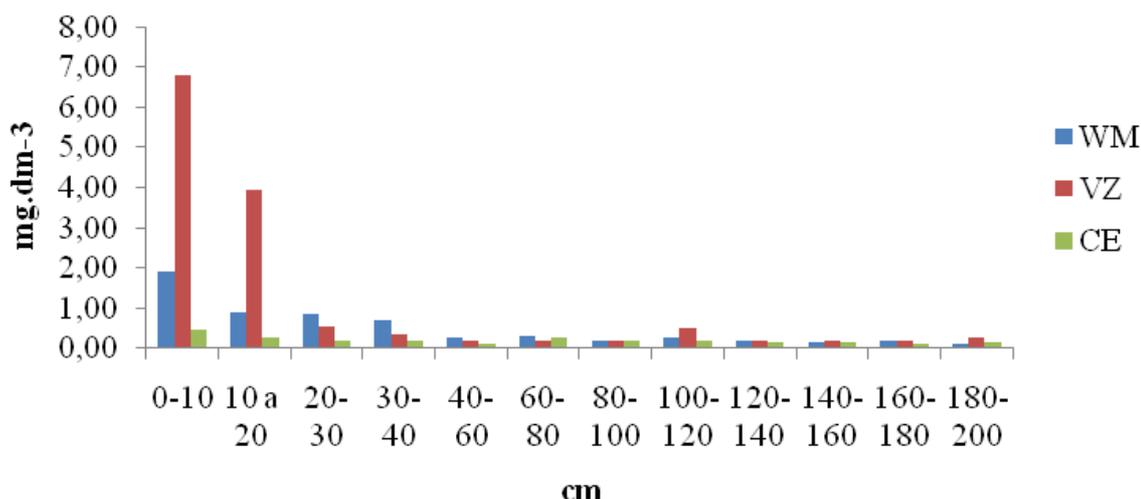


Figura 14: Distribuição dos teores de zinco com a profundidade, nos tratamentos WM, VZ e CE, implantados na Fazenda Segredo do grupo White Martins, em João Pinheiro (MG) e avaliados em Setembro de 2008.

4.1.12 Boro

O Boro é um micronutriente muito importante no cultivo de Eucalipto. Fisiologicamente, participa do processo de divisão e desenvolvimento celular e de algumas funções da membrana, além da formação da parede celular primária (ALFENAS et al., 2004).

De acordo com Barreto et al. (2007), em solos arenosos, em uma região sujeita ao déficit hídrico, todos os clones, mesmo em diferentes doses de boro, obtiveram acréscimo em diâmetro e altura estabelecendo maior acúmulo de matéria seca.

Os teores de boro, em condições naturais, encontram-se abaixo do nível crítico, considerado $0,37 \text{ mg.dm}^{-3}$ por Silveira et al. (1995), citado por Morais (1999). Todavia com a adubação nos tratamentos WM e VZ (Figura 15 e Figura A3A), os níveis de boro ultrapassaram o mínimo requerido para o *Eucalyptus grandis* (material genético do clone usado no até a profundidade de um metro).

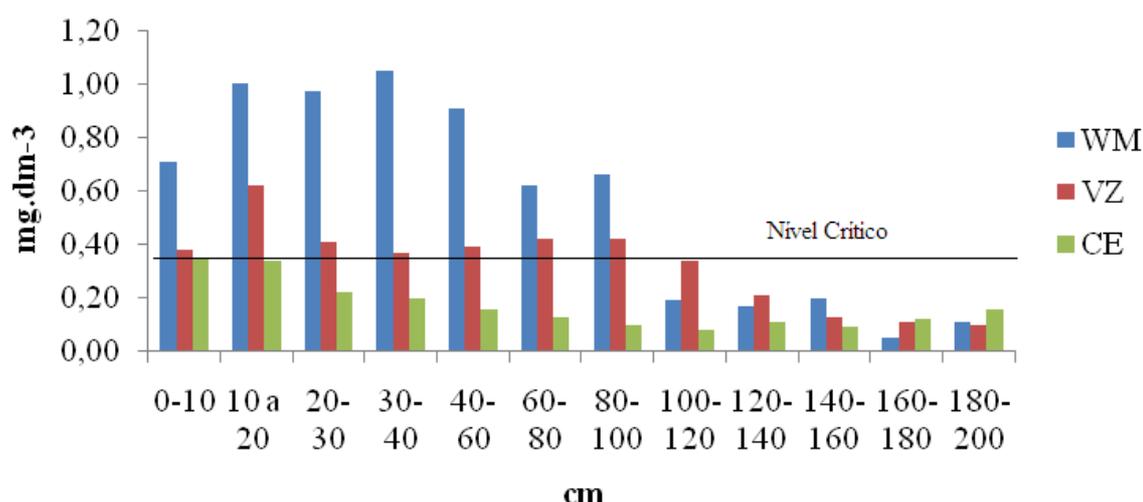


Figura 15: Distribuição dos teores de boro com a profundidade, nos tratamentos WM, VZ e CE, implantados na Fazenda Segredo do grupo White Martins, em João Pinheiro (MG) e avaliados em Setembro de 2008.

4.2 Cubagem

4.2.1 Cálculos

O volume estimado para as vinte árvores do tratamento VZ foi de 2,11 m³ enquanto o tratamento WM atingiu 1,64 m³. Para um hectare no espaçamento 3m x 3m, o volume estimado é de 117,14 m³ e 91,28 m³, respectivamente.

Tabela 2: Perspectiva de produção de madeira (m³) em sete anos na área de um hectare nos tratamentos WM e VZ, implantados na Fazenda Segredo do grupo White Martins, em João Pinheiro (MG) e avaliados em Setembro de 2009.

Tratamento	Fator de Forma	Volume em 30 Meses (m ³)	Volume em 7 anos (m ³)
VZ	8418,307	117,14	327,99
WM	7100,23	91,28	255,57
Diferença		25,86	72,41

4.2.2 Análise dos dados

Em relação ao incremento médio anual de madeira as estimativas indicam que pode variar de 30-60 m³ /ha/ano, de acordo com a região de implantação da floresta, o material genético de origem e os tratos culturais (ALFENAS et al., 2004).

Visto que as condições climáticas (déficit hídrico pronunciado) e a baixa fertilidade natural do solo são desfavoráveis a altas produtividades, os resultados obtidos confirmam o baixo incremento médio anual de madeira, em relação às estimativas, em razão das limitações da área.

Na área do tratamento VZ, o incremento anual de madeira foi de 46,8 m³.ha⁻¹.ano⁻¹ e em sete anos a produtividade esperada em um hectare de eucalipto foi de 328,0 m³.

Na área do tratamento WM convencional, o incremento médio anual de madeira foi de 36,5 m³.ha⁻¹.ano⁻¹ e em sete anos a produtividade esperada em um hectare de eucalipto foi de 255,6 m³.

Portanto, verificou-se um incremento previsto de 72,4 m³ por hectare em sete anos no tratamento Valoriza, em relação ao praticado pela White Martins.

Outro fator que é de suma importância ser analisado é o custeio da produção, ou seja, se o incremento na produtividade gerado pelo tratamento VZ cobre os custos de produção e se ainda gera lucro maior em relação ao tratamento WM.

Para fins de cálculo coletaram-se dados aproximados e hipotéticos do custo de produção para sete anos (R\$ 12,00/metro estéreo) do valor de venda (R\$ 30,00/metro estéreo) e o valor de venda do adubo organo-mineral mais frete (R\$280,00/tonelada).

Segundo Torquato (1983), pode ser utilizado o fator de empilhamento ou fator de cubicação para transformação de metro cúbico para metro estéreo. Utilizou-se o fator de cubicação 0,7.

Sendo assim, mesmo com o custo de adubação inserido no custo de produção da área de tratamento VZ, este garantiu maior lucro por hectare no valor de R\$ 1.499,42 (Tabela 3).

Tabela 3: Análise do lucro líquido dos tratamentos VZ e WM, implantados na Fazenda Segredo do grupo White Martins, em João Pinheiro (MG) e avaliados em Setembro de 2009.

Tratamento	Produção (m ³ /ha)	Produção (st/ha)	Preço de custo	Valor de venda	Lucro
VZ	327,99	468,56	R\$ 6.168,04	R\$ 14.056,71	R\$ 7.888,67
WM	255,57	365,10	R\$ 4.563,75	R\$ 10.953,00	R\$ 6.389,25

4.2.3 Análise de Variância

De acordo com a análise de variância, a diferença entre os tratamentos foi significativa (Tabela 4). O tratamento VZ foi significativamente maior que o WM, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 4: Análise de Variância entre os tratamentos WM e VZ, seguida pela tabela de análise das médias dos mesmos tratamentos, implantados na Fazenda Segredo do grupo White Martins, em João Pinheiro (MG) e avaliados em Setembro de 2008.

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	5.418802751E+0009	5.41880275E+0009	25.000	0.0000
erro	38	8.236719886E+0009	216755786.486618		
Total corrigido	39	1.365552263E+0010			
CV (%) =	15.70				
Média geral:	93795.9215000		Número de observações:	40	

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
2	82156.760500	a1
1	105435.082500	a2

Onde:

FV: Fontes de Variação

GL: Grau de Liberdade

SQ: Soma de Quadrados

QM: Quadrados Médio

Fc: F Calculado

Pr: Probabilidade

CV: Variância

4.3 Morte precoce do clone de eucalipto

Em meados da década de 70, a técnica da clonagem de Eucalipto foi introduzida no Brasil com a finalidade de um sistema de plantio homogêneo, livre de algumas doenças e com altas produtividades (ALFENAS et al., 2004).

A expressão de genes específicos nos clones, que é a herança genética do material progenitor, é de grande importância, ou seja, os clones apresentam as características das espécies que participaram do cruzamento.

A maioria dos clones utilizados, atualmente, é resultante do cruzamento entre *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*. O clone Acesita 3334 é proveniente deste cruzamento.

Eucalyptus grandis e *Eucalyptus urophylla* são espécies classificadas como susceptíveis à seca, ao contrário da espécie *Eucalyptus camaldulensis*, a qual possui maior adaptabilidade (ALFENAS et al., 2004).

A profundidade do lençol freático foi medida em três ocasiões: uma no início de 2008 (período das águas), quando o lençol se encontrava a cerca de 2,5 m, e duas outras (setembro/2008 e outubro/2009) no período da seca. Em 2008, a profundidade do lençol freático (5,10m), medida no período da seca, estava 1,05 m acima do nível observado em outubro/2009 (6,15m). Esta ampla flutuação sazonal do lençol d'água levou o maciço florestal ao colapso hídrico e, conseqüente morte deste clone, no ano de 2009, quando apresentava pouco mais de três anos de idade (Figura 16). Mesmo assim, foi possível analisar os efeitos benéficos da adubação organo-mineral, neste curto prazo.



Figura 16: Foto que retrata a morte do maciço florestal aos três anos e meio de idade, este foi implantado na Fazenda Segredo do grupo White Martins, em João Pinheiro (MG).

5 CONCLUSÕES

O tratamento que adicionou 1kg do composto organo-mineral Valoriza permitiu uma produção projetada para sete anos, significativamente superior ($72,41 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) àquele adotado pela White Martins. Além de, aproximadamente, um lucro líquido de R\$ 1.499,42.

O clone de Eucalipto 3334 Acesita não deve ser cultivado em solos arenosos que apresentem oscilação do lençol freático superior à profundidade radicular, que impede a absorção de água e nutrientes, tendo como consequência a morte do povoamento florestal.

REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E.A.V.; MAFIA, R.G.; ASSIS, T.F. **Clonagem e doenças do Eucalipto**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2004. 442 p.
- BARRETTO, V.C.M.; VALERI, S.V.; SILVEIRA, R.L.V.; TAKAHASHI, E.N. Eficiência de uso de boro no crescimento de clones de eucalipto em vasos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.76. p.21-33. 2007.
- BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. **Relação Solo-Eucalipto**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1990. 330 p.
- BRAY, R.F. Requirements for successful soils tests. **Soil Science**, Baltimore, v.66, n. 2, p. 83-89. 1948.
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 470 p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Viçosa: Ed. Viçosa. 1999. 359 p.
- DELL, B; MALAJCZUK, N; GROVE, T. S. **Nutrient disorders in plantation eucalypts**. Canberra: BPD Graphic. 1995. 104 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos e análises de solo**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa em Solos, 1997. 212 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2006. 306 p.
- FASSBENDER, H.W.; BORNEMISZA, E. **Química del suelos con énfases en suelos de América Latina**. San José: IICA, 1994. 420 p.
- FERNANDES, M.F.; RUIZ, H.A.; NEVES, J.C.L.; MUCHOVEJ, R.M.C. Crescimento e absorção de fósforo em plantas de *Eucalyptus grandis* associadas a fungos micorrízicos em diferentes doses de fósforo e potenciais de água no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 618-625. 1999.
- FONTES, M.P.F.; NOVAIS, R.F. de; ALVAREZ, V.H.; BORGES, A.C. Nível crítico de enxofre em latossolos e recuperação do sulfato adicionado por diferentes extratores químicos em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.6, n.3, p. 226-230. 1982.
- FURTINI NETO, A. E.; VALE, F.R.; MUNIZ, J.A.; GUEDES, G.A.A. Efeito do enxofre no crescimento de cinco espécies de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v.12, n.1. p 1-11. 1988.

- GAMA-RODRIGUES, E.F.; BARROS, N.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; SANTOS, G.A. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.29, n.6, p. 893-901. 2005.
- GONÇALVES, J.L.M.; VAN RAIJ, B.; GONÇALVES, J.C. **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1996. 259 p.
- MENGEL, K; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute.1982. 655 p.
- NOVAIS, R.F. Níveis críticos de fósforo no solo para o eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v.6, n.1, p.29-37, jan./jun. 1982.
- OLIVEIRA, M.F.G.; NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; ALVES, V. M. C.; VASCONCELLOS, C. A. Fluxo difusivo de Zinco em amostras de solo influenciado por textura, íon acompanhante e pH do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 609-615. 1999.
- RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. **A Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas. 2001. 285 p.
- ROCHA, G.N.; GONÇALVES, J.L.M.; MOURA, I.M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biossólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 623-639. 2004.
- RODRIGUES, F.A.V. Disponibilidade de cobre para mudas de eucalipto em solos do cerrado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.34, n.6. p. 1923-1932. 2010.
- SOARES, C.R.F.S.; GRAZZIOTTI, P.H.; SIQUEIRA, J.O.; CARVALHO J.G.; MOREIRA, F.M.S. Toxidez de zinco no crescimento e nutrição de *Eucalyptus maculata* e *Eucalyptus urophylla* em solução nutritiva. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 2, p. 339-348. 2001.
- TORQUATO, M.C. Fator de empilhamento – Implicações técnicas na medição da madeira empilhada. **Silvicultura**, Brasília, DF, v.8, n.30, p. 230-233. 1983.
- VEIGA, R.A.A. Uso de equações de volume em levantamentos florestais. SIMPÓSIO SOBRE INVENTÁRIO FLORESTAL II, Piracicaba, 1984. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 1984. p. 93-102.
- VENDRAME, P.R.S.; BRITO, O.R.; QUANTIN, C.; BECQUER, T. Disponibilidade de cobre, ferro, manganês e zinco em solos sob pastagem na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.42, p. 859-864. 2007.

APÊNDICE

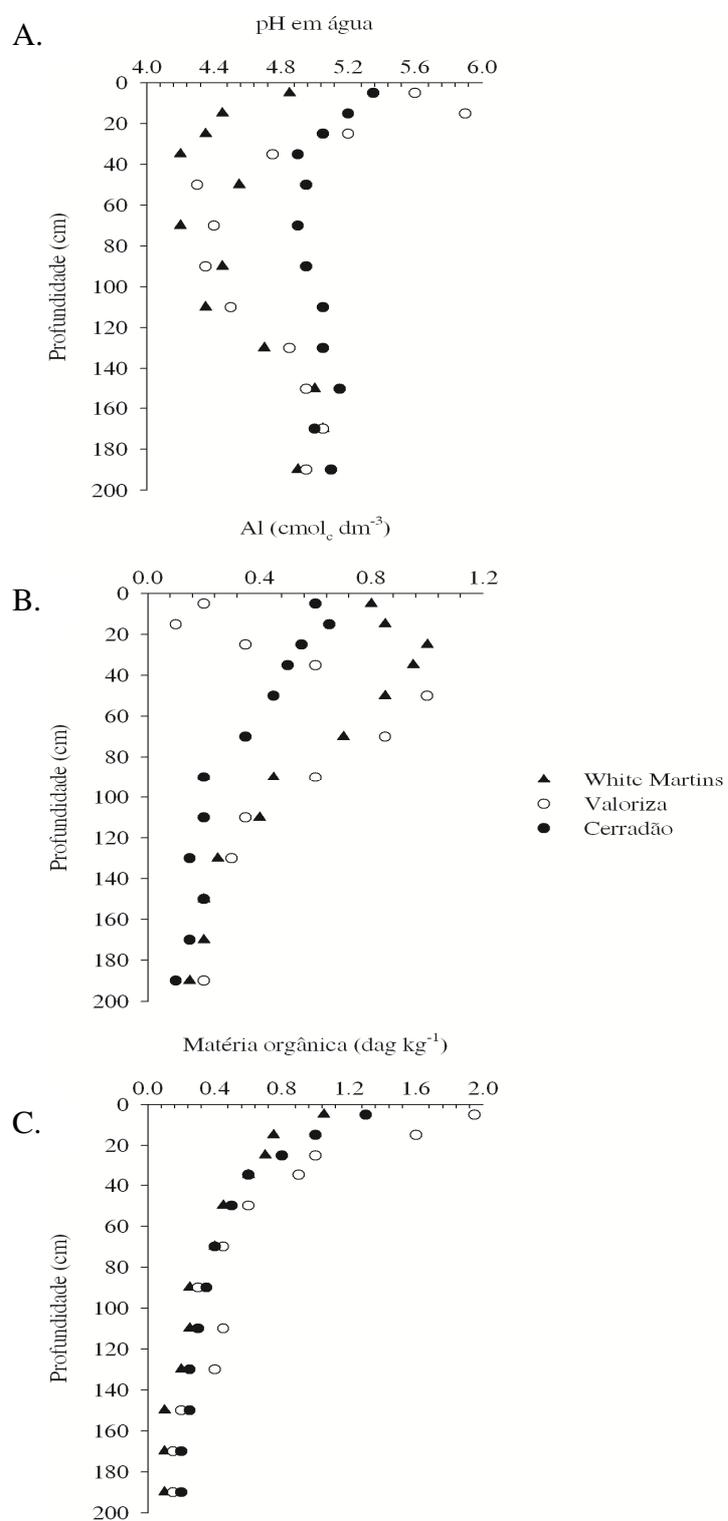


Figura A1: Representação gráfica da variação com a profundidade dos valores de pH, matéria orgânica e alumínio.

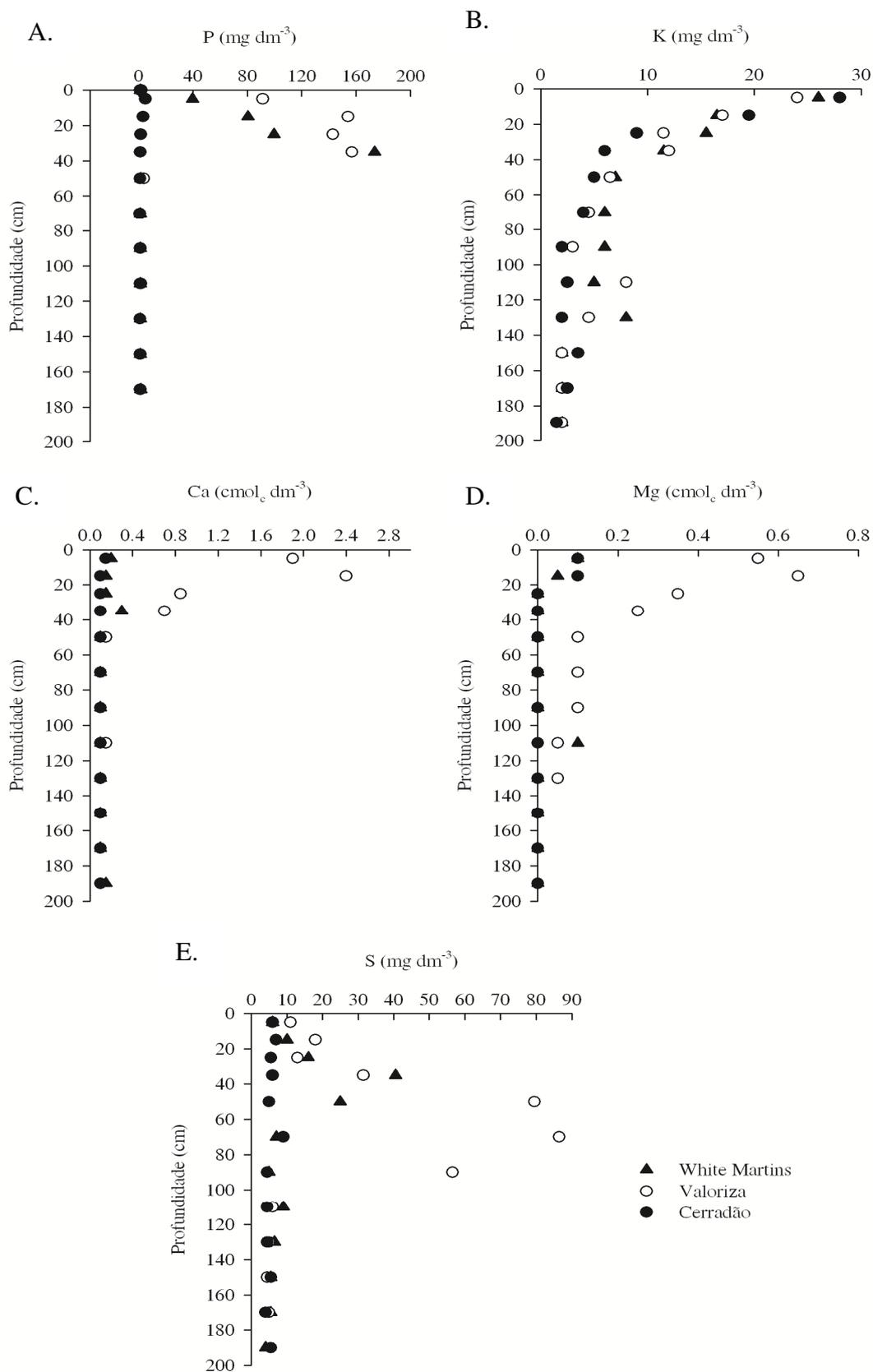


Figura A2: Representação gráfica da variação com a profundidade dos valores de macronutrientes.

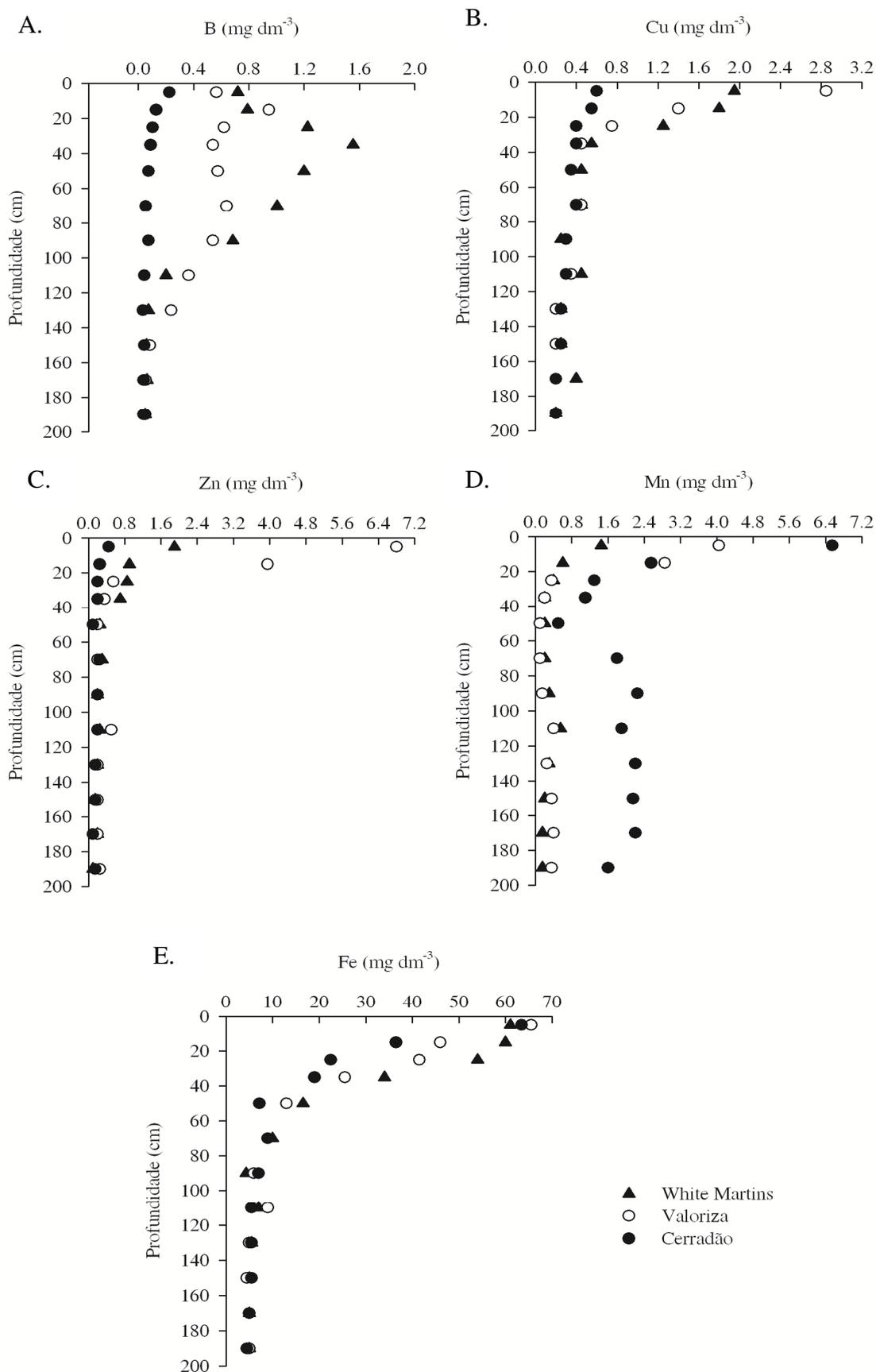


Figura A3: Representação gráfica da variação com a profundidade dos teores de micronutrientes.