

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

GILVANEI CANDIOTTO

**FERTILIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO NO
CÂMPUS DA UTFPR-DV**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2013

GILVANEI CANDIOTTO

**FERTILIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO NO
CÂMPUS DA UTFPR-DV**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia Florestal, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Cesar Conceição

DOIS VIZINHOS

2013

C217f Candiotto, Gilvanei.

Fertilidade do solo sob diferentes sistemas de uso no campus da UTFPR-DV / Gilvanei Candiotto – Dois Vizinhos :[s.n], 2013.

47 f.:il.

Orientador: Paulo César Conceição
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de
Engenharia Florestal. Dois Vizinhos, 2013.

Bibliografia p.41-47

1.Solo-qualidade. 2.Eucaliptus-cultura I.Conceição,
Paulo César, orient.II.Universidade Tecnológica Federal do
Paraná– Dois Vizinhos.III.Título

CDD: 634.9

Ficha catalográfica elaborada por Rosana Oliveira da Silva CRB: 9/1745

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos
Curso de Engenharia Florestal



TERMO DE APROVAÇÃO

FERTILIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO NO CAMPUS DA UTFPR-DV

por

GILVANEI CANDIOTTO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 12 de abril de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Paulo César Conceição
Orientador

Prof. Dra. Elisandra Pocojeski
Membro titular (UTFPR)

Prof. Dr. Augusto Vaghetti Luchese
Membro titular (UTFPR)

- O termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

AGRADECIMENTOS

Mesmo que a autoria de um TCC seja atribuída a uma pessoa, ela representa um esforço de um conjunto de pessoas que colaboram, direta ou indiretamente, para que os objetivos, previstos inicialmente, sejam atingidos. Então agradeço:

Primeiramente a Deus por ter me dado fé e coragem pra vencer os desafios e superar meus limites.

A minha família que esteve sempre ao meu lado nas horas boas e difíceis.

Ao professor Dr. Paulo César Conceição, pela orientação a mim concedida por quase todo esse período de graduação, com o qual aprendi muito.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo ensino público, gratuito e de qualidade, possibilitando minha qualificação profissional.

Aos meus amigos e companheiros que tive a oportunidade de conviver e conhecer nesse período de minha vida, que certamente fizeram parte desta história, principalmente nos momentos de descontração e diversão que foram de extrema importância.

Aos amigos que me ajudaram nas intermináveis horas de laboratório: Raquel, Nilson, Mano, Carlos, Taci, Ana, Augusto, Maurício... e outros que não lembro agora!

Finalmente, a todas as pessoas que não foram mencionadas, mas que certamente foram importantes nessa etapa da minha vida.

Obrigado!

RESUMO

CANDIOTTO, Gilvanei. **Fertilidade do solo sob diferentes sistemas de uso no Câmpus da UTFPR-DV**. 2013. 49 p. Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em Engenharia Florestal)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2013.

Esse trabalho tem como justificativa a carência de estudos específicos para as condições edafoclimáticas locais, além de buscar diagnosticar as alterações causadas nas características químicas do solo pelos sistemas de uso implantados nessa região. Também verificar a hipótese de que existe uma relação inversa entre a intensidade de uso de um solo, seja pela cultura imposta ou pela técnica de manejo aplicada, com uma boa qualidade. O experimento foi conduzido em áreas situadas dentro do Câmpus da UTFPR, no município de Dois Vizinhos. O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema de parcela subdividida considerando a profundidade como subfator e quatro pontos amostrais por parcela. Os tratamentos foram áreas ocupadas com diferentes sistemas de uso. As quatro áreas avaliadas foram: Euc. 3 anos (Eucalipto com 3 anos) área com o híbrido *Eucalyptus grandis x urophylla*; Euc. 10 anos (Eucalipto com 10 anos) área com *Eucalyptus urophylla*; Culturas anuais e Mata nativa. Foram realizadas coletas de solo nas profundidades: 0-5; 5-10; 10-20; 20-40 e 40-60 cm. As coletas resultaram em 15 amostras em cada área de uso, totalizando 60 amostras de solo ao todo. Foram analisados os parâmetros químicos da análise básica de solos. Para todos os sistemas de uso, os nutrientes e atributos químicos do solo apresentaram valores estatisticamente maiores nas camadas mais superficiais (até 10 cm). As áreas de Mata nativa e Eucalipto 10 anos apresentaram em média os maiores valores de nutrientes e atributos solo. O sistema de uso do solo com a cultura de eucalipto apresentou resultados iguais aos encontrados no sistema de uso com Mata nativa.

Palavras-chave: Culturas anuais. Eucalipto. Qualidade do solo.

ABSTRACT

CANDIOTTO, Gilvanei. Soil fertility under different land use systems in the Campus UTFPR-DV. 2013 p. 49. Working End of Course (BS in Forest Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2013.

This work is justified by the lack of studies specific to the local conditions, as well as seeking to diagnose the changes caused in soil chemical characteristics by use systems deployed in the region. Also check the hypothesis that there is an inverse relationship between the intensity of use of a soil, either by culture or imposed by the handling technique applied with a good quality. The experiment was conducted in areas within the Campus UTFPR in the town of Dois Vizinhos. The experimental design was completely randomized block design with three replications in a split plot considering the depth subfactor as four sample points per plot. Treatments were busy areas with different land use systems. The four areas were: Euc. 3 years (3 years with eucalyptus) area with the hybrid *Eucalyptus grandis* x *urophylla*; Euc. 10 years (10 years with eucalyptus) *Eucalyptus urophylla* area; Annual crops and native forest. Soil samples were collected at 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 and 40-60 cm. The sampling resulted in 15 samples in each use area, totaling 60 soil samples in all. Samples were analyzed for basic chemical analysis of soils. For all use systems, nutrients and soil chemical properties showed statistically higher values in the superficial layers (up to 10 cm). The areas of native forest and *Eucalyptus* 10 years had an average higher values of nutrients and soil attributes. The system of land use with the eucalyptus plantation showed similar results to those found in the system use with the Native Forest.

Key words: Annual crops. *Eucalyptus*. Soil quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1. Visão geral da área de Eucalipto 3 anos (TUME-UTFPR). | 17 |
| Figura 2. Visão mais aproximada da área de Eucalipto 3 anos..... | 18 |
| Figura 3. Visão geral da área de Eucalipto 10 anos..... | 19 |
| Figura 4. Visão geral da área com Culturas anuais..... | 20 |
| Figura 5. Visão geral da área de Mata nativa..... | 21 |
| Figura 6. Esquema mostrando distribuição aleatória das coletas de solo em cada área..... | 22 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Teor de Nitrogênio total em diferentes áreas e em diferentes camadas do solo..... | 25 |
| Tabela 2. Teor de Fósforo disponível nas diferentes áreas e em diferentes camadas do solo..... | 26 |
| Tabela 3. Teor de Potássio disponível nas diferentes áreas e em diferentes camadas do solo..... | 28 |
| Tabela 4. Teor de Cálcio trocável nas diferentes áreas e em diferentes camadas do solo..... | 29 |
| Tabela 5. Teor de Magnésio trocável nas diferentes áreas e em diferentes camadas do solo..... | 30 |
| Tabela 6. Teor de pH (CaCl ₂) nas diferentes áreas e em diferentes camadas do solo..... | 31 |
| Tabela 7. Teor de Alumínio solúvel nas diferentes áreas e em diferentes camadas do solo..... | 32 |
| Tabela 8. Teor de Hidrogênio + Alumínio (cmol _c dm ⁻³) nas diferentes áreas e em diferentes camadas do solo..... | 33 |
| Tabela 9. Soma de bases (cmol _c dm ⁻³) nas diferentes áreas e em diferentes camadas do solo..... | 34 |
| Tabela 10. Capacidade de troca de cátions (potencial) nas diferentes áreas e em diferentes camadas do solo..... | 35 |
| Tabela 11. Saturação por bases em porcentagem nas diferentes áreas e em diferentes camadas do solo..... | 36 |
| Tabela 12. Valores médios características químicas do solo nas diferentes áreas considerando uma amostra homogênea de solo de 0 a 60 centímetros..... | 37 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 9 |
| 2 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS | 11 |
| 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 12 |
| 4 MATERIAIS E MÉTODOS | 16 |
| 4.1. DESCRIÇÕES DAS ÁREAS DE ESTUDO | 16 |
| 4.2 PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA AS COLETAS | 21 |
| 4.3 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS AVALIADAS - EXTRAÇÃO E DETERMINAÇÃO | 23 |
| 4.4 ANÁLISES LABORATORIAIS DAS AMOSTRAS | 23 |
| 4.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS | 24 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 24 |
| 5.1 NITROGÊNIO TOTAL | 24 |
| 5.2 FÓSFORO (P) DISPONÍVEL | 26 |
| 5.3 POTÁSSIO (K) DISPONÍVEL | 27 |
| 5.4 CÁLCIO E MAGNÉSIO TROCÁVEL | 28 |
| 5.5 ACIDEZ DO SOLO | 30 |
| 5.5.1 Acidez Ativa (pH CaCl ₂) | 30 |
| 5.5.2 Alumínio solúvel (Al ³⁺) | 31 |
| 5.5.3 Acidez potencial (H+Al) | 32 |
| 5.6 SOMA DE BASES (SB) | 33 |
| 5.7 CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS (CTC POTENCIAL) | 35 |
| 5.8 SATURAÇÃO POR BASES (V%) | 35 |
| 5.9 CARACTERIZAÇÕES GERAIS DA FERTILIDADE NAS ÁREAS DE ESTUDO | 36 |
| 6 CONCLUSÕES | 40 |
| REFERÊNCIAS | 41 |

1 INTRODUÇÃO

Na medida em que os ecossistemas naturais vão sendo modificados em relação à forma de uso dos recursos naturais, seja para atividades agrícolas, florestais ou destinadas a outros usos que visam produção de fibras e alimento, vêm sofrendo degradação e em consequência alterações na qualidade produtiva das áreas, causada pelo uso e manejo inadequados dos solos (ALVARENGA; DAVIDE, 1999). Aumenta assim a importância de se estudar e colocar em prática métodos conservacionistas de uso do solo, sabendo-se que as atividades antrópicas têm gerado degradação ambiental, principalmente do solo e da água, visto que inapropriadas formas de manejo quando adotadas colocam em risco a sustentabilidade dos sistemas produtivos (MOTA; VALLADARES, 2011).

Segundo Carneiro et al. (2009), as diversas inter-relações entre os atributos do solo controlam os processos e os aspectos relacionados à sua variação no tempo e no espaço. Sendo assim, o manejo e o uso do solo podem alterar diretamente sua estrutura e atividade biológica e, conseqüentemente, a fertilidade podendo promover prejuízos diretos à qualidade do solo e à produtividade das culturas.

O conhecimento de como se comportam os solos sob as diferentes técnicas de manejo que são empregadas, se torna de fundamental importância para o acréscimo de produtividade e diminuição de custos. Destacando-se assim que, estudos dos atributos na qualidade do solo são essenciais no entendimento da funcionalidade e sustentabilidade de solos em diferentes condições de uso (MELLONI et al., 2008).

Sabe-se que o gênero *Eucaliptus* é a essência florestal mais plantada nos programas de reflorestamento no Brasil, com quase cinco milhões de hectares, destinados principalmente as indústrias de celulose e carvão (ABRAF, 2011). Destacam-se pelo rápido crescimento, alta produtividade e grande capacidade de adaptação as diversas condições edafoclimáticas (solo e clima).

Essa cultura vem ganhando uma grande importância e destaque principalmente para a fabricação de papel, sendo que Trevisan et al. (2007), em seu trabalho menciona que “entre as folhosas, poderá ser a matéria-prima com maior

demanda no mercado, sendo utilizada para atender diversos segmentos industriais e comerciais”. Atualmente, seu cultivo se dá em solos de baixa fertilidade e onde a quantidade e a distribuição das chuvas limitam a sobrevivência e o crescimento das árvores (GAMA-RODRIGUES et al., 2005). Com essas informações, destaca-se a importância de se obter o conhecimento dos níveis de fertilidade do solo e do processo de ciclagem de nutrientes, fundamentais para elevar a produção e manter a sustentabilidade desses plantios.

O estoque e a disponibilidade de nutrientes são características edáficas de grande importância para o desenvolvimento vegetal, sendo necessário ter conhecimento dessas variáveis para uma otimização da produção e diminuição de custos com adubação, principalmente para culturas perenes como o eucalipto (*Eucalyptus sp.*), podendo ser avaliadas através de análises química do solo e da sua interpretação para as condições locais (CASTRO et al., 2010).

A mata natural exerce uma função de extrema importância no ecossistema, principalmente por ser uma recicladora de nutrientes. Dessa forma, se houver a retirada dessa cobertura natural para a implantação de outra cultura, ocasionará a quebra do ciclo de nutrientes, além de outras alterações no ecossistema, possibilitando perdas de nutrientes desse solo com o decorrer do tempo pelo uso excessivo (DRUMOND et al., 1996).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência e os efeitos gerados nos atributos químicos em solos submetidos a diferentes sistemas de uso.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a fertilidade do solo em quatro áreas diferentes sob as profundidades de 0-5; 5-10; 10-20; 20-40 e 40-60 cm;

Avaliar quais nutrientes e atributos químicos obtiveram maiores alterações e/ou diferenças significativas dentro dos diferentes sistemas de uso do solo.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dentro do princípio de que a produtividade desejada para uma cultura se dá pela disponibilidade adequada dos fatores edafoclimáticos, entende-se que esses fatores adquirem níveis em relação à sua importância. Assim, Vasconcellos et al. (1998), afirma que dentre os fatores que contribuem para que os diversos sistemas de produção comportem-se diferentemente nos ecossistemas, o solo, com suas características físicas, químicas e biológicas é o mais importante.

A ciclagem biológica de nutrientes é fundamental no processo de nutrição de ecossistemas florestais, sendo que os fluxos de entrada, saída e armazenamento de nutrientes são estudados e levados em consideração tornando-se de vital relevância nas decisões de manejo de florestas (KLEINPAUL et al., 2007).

Além da ciclagem de nutrientes, deve-se ter levar em consideração a capacidade de troca de Cátions do solo (CTC), que além de ser influenciada pela espécie e quantidade de argila e matéria orgânica e pela superfície específica, também é fortemente alterada pelo pH do meio. Este efeito é principalmente, decorrente da dissociação dos radicais orgânicos e, ou, sesquióxidos de ferro e alumínio, além da desobstrução de cargas da matéria orgânica ocupadas por alumínio, ferro e manganês (LOPES; GUILHERME, 2004).

De acordo com Canellas et al. (1999), a matéria orgânica e o pH podem-se destacar como os atributos químicos do solo que apresentam maior influência no crescimento e desenvolvimento das plantas.

A matéria orgânica dos solos é constituída por compostos de origem vegetal, animal e microbiana. Também tem influência direta sobre as propriedades físicas, químicas e grande parte da capacidade de troca de cátions dos solos. Ela também é de grande importância em relação à estabilidade dos agregados (VERLENGIA; GARGANTINI, 1968). Além disso, a matéria orgânica também atua sobre outros atributos, tais como: ciclagem de nutrientes, complexação de elementos tóxicos e estruturação do solo (CONCEIÇÃO et al., 2005).

Odum (1969) ressalta em sua discussão que o processo de decomposição mantém a funcionalidade do ecossistema, além de permitir que parte do carbono

incorporado na biomassa vegetal retorne à atmosfera como CO₂ e a outra parte, juntamente com os minerais, seja incorporada ao solo.

Para que ocorra esse processo três grupos de variáveis interagem, sendo reguladas pelas condições físico-químicas do ambiente (clima e características edáficas), a qualidade do substrato (que determina sua degradabilidade), e a fauna decompositora (macro e microrganismos) (HEAL; ANDERSON; SWIFT, 1997).

Segundo Novais et al. (1986), as proporções e a distribuição dos nutrientes no solo variam durante os ciclos de crescimento das espécies florestais. Isso demonstra que é de grande importância estudos através de análises frequentes do estoque e da disponibilidade dos nutrientes nos diferentes tipos de solos utilizados para plantio de florestas.

De acordo com Alvarenga e Davide (1999), apesar de não apresentar resultados parecidos nos diferentes sistemas em que foi implantado, o sistema agroquímico superou todos que o antecederam considerando a eficiência agrônômica. Se por um lado o sistema agroquímico aumentou a produção numa mesma área de uso, a retirada da cobertura natural (mata) e a intensa mecanização que muitas vezes vem associada com esse sistema acabam ocasionando a alteração da estrutura do solo, interferindo no transporte de nutrientes e, conseqüentemente, na sua disponibilidade para as plantas (ALVARENGA; DAVIDE, 1999).

Por outro lado, um sistema que de acordo com Franchini et al. (2000) deu certo, foi o sistema de semeadura direta, instalado no Paraná na década de 70, sendo que o sucesso desse sistema de produção agrícola está inteiramente relacionado com as alterações observadas na decomposição dos resíduos vegetais, considerando o revolvimento do solo.

A retirada da cobertura vegetal natural para a implantação de culturas, principalmente agrícolas, juntamente com o uso de práticas de manejo inadequadas, acabam por romper o equilíbrio existente entre o solo e o meio, alterando suas propriedades, bem como limitando sua utilização e tornando-o mais suscetível à erosão (CENTURION; CARDOSO; NATALE, 2001).

Em estudos realizados por Campos et al. (1995), o autor relata que do cálcio estocado na biomassa acima do solo retorna via reciclagem da serapilheira que

ocorre principalmente durante a estação úmida. Assim como o potássio, que também tem entradas significativas de origem da serapilheira. O nitrogênio no solo pode acontecer de diversas formas, pela ação da água da chuva, transprecipitação, fixação por leguminosa e subprodutos do metabolismo dos microorganismos (SANTOS et al., 1998). Mas, a principal fonte deste nutriente está relacionada à introdução via resíduos orgânicos, sendo, portanto, severamente afetada pela retirada da cobertura vegetal.

Morais e Cogo (2001) ressaltam que “os sistemas conservacionistas de preparo do solo são eficazes na redução das perdas de solo em virtude da permanência da cobertura por resíduos remanescentes das culturas anteriores”. Isto, sem considerar a influência direta dos resíduos em relação ao estoque e a disponibilização de nutrientes no solo.

Para isso, é necessário se saber em que condições férteis encontram-se um determinado terreno antes de efetuar a implantação de uma determinada cultura. Uma das possibilidades para obter essas informações é realizando uma avaliação química geral do local.

Avaliar a fertilidade do solo por meio de análise química de sua amostra exige não simplesmente métodos rápidos de análise, que produzam indicadores de nutrientes, da salinidade ou da fitotoxidez, mas também critérios de interpretação dos resultados obtidos e de uma correta recomendação de corretivos e de fertilizantes (SIMS, 1999).

Essa análise química do solo utiliza-se do uso de extratores químicos, que são soluções ou substâncias que removem do solo, seja por desorção, complexação, solubilização, troca iônica ou hidrólise, formas químicas dos nutrientes consideradas disponíveis para as plantas, ou elementos tóxicos. Sendo que uma parte das quantidades extraídas encontra-se na solução do solo (fração ativa), mas a maior quantidade encontra-se unida com a fase sólida, em equilíbrio com a fração ativa, que é responsável pela reposição dos nutrientes na solução do solo, conhecida como fração lábil (CANTARUTTI, et al. 2007).

Alem dos extratores, o método de análise química do solo inclui outros procedimentos que o caracterizam, como: a relação entre a massa e o volume de solo e o da solução extratora, a forma e o tempo de agitação (tempo de reação),

filtração ou decantação da suspensão solo-extrator e o método de dosagem analítica do nutriente ou do elemento químico de interesse (CANTARUTTI, et al. 2007).

Entre os indicadores de qualidade do solo o nitrogênio total (NT) desempenha um papel fundamental por sua relação com a capacidade produtiva do solo. A dinâmica do nitrogênio no solo é semelhante a do carbono, pois na sua grande maioria encontra-se no solo na forma orgânica (95%), e em pequena proporção na forma mineral. Assim, a associação de sistemas de preparo do solo com mínimo revolvimento e a utilização de leguminosas é importante estratégia para aumentar as reservas de N Total no solo (AMADO, 1997).

Comparado com outras culturas, o eucalipto apresenta exigências nutricionais bastante reduzidas, visto que no Brasil, os plantios dessa cultura têm sido realizados nos mais diversos tipos de solos que apresentam diferentes teores disponíveis e totais de nutrientes (BARROS; COMERFORD, 2002). Porém, a grande maioria das áreas ocupadas por essa espécie está implantada sobre solos com baixa disponibilidade de nutrientes, ou seja, solos muito intemperizados e lixiviados (MELLONI et al., 2008).

Dentre as muitas espécies existentes, o *Eucalyptus grandis* W. Hillex Maiden destaca-se entre os melhores por apresentar qualidades excelentes, superando a qualquer outra em incremento, quando implantado em locais que disponibilizem condições edafoclimáticas adequadas ao seu máximo desenvolvimento. Entre suas várias características, tem o hábito de desramar-se espontaneamente, o que dá origem a fustes lisos, diminuindo assim boa parte dos gastos silviculturais. Sua madeira é boa para serraria e excelente para celulose (VILAS BOAS; MAX; MELO, 2009).

Com base nas informações citadas, esse trabalho tem como justificativa a carência de estudos específicos para as condições edafoclimáticas locais, além de buscar diagnosticar as alterações causadas nas características químicas do solo pelos sistemas de uso implantados nessa região. Também verificar a hipótese de que existe uma relação inversa entre a intensidade de uso de um solo, seja pela cultura imposta ou pela técnica de manejo aplicada, com uma boa qualidade

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em áreas situadas dentro do Câmpus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, no município de Dois Vizinhos. Está localizado nas Latitudes entre 25° 44' 03" e 25° 46' 05" Sul e Longitudes entre 53° 03' 01" e 53 ° 03' 10" Oeste – GR. Com altitude média de 509 metros acima do nível do mar. O solo regional é uma transição entre Nitossolo e Latossolo Vermelho Distroférico (BHERING et al., 2008). O clima da região é Cfa (subtropical úmido) sem estação seca definida. Com temperatura média de 19° C, conforme classificação de Köppen.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema de parcela subdividida considerando a profundidade como subfator e quatro pontos amostrais por parcela. Os tratamentos no caso deste trabalho foram as áreas ocupadas com diferentes sistemas de uso, de onde foram realizadas as coletas de solo para as determinações da fertilidade e demais atributos químicos. As quatro áreas são:

- **Euc. 3 anos** - (Eucalipto com 3 anos) área com o híbrido *Eucalyptus grandis x urophylla*;
- **Euc. 10 anos** - (Eucalipto com 10 anos) área com *Eucalyptus urophylla*;
- **Culturas anuais** – Área manejada em sistema de plantio direto;
- **Mata nativa**

4.1. DESCRIÇÕES DAS ÁREAS DE ESTUDO

Euc. 3 anos: Está implantado juntamente com outras espécies, clones e híbridos, em uma área de Teste de Uso Múltiplo de Eucalipto (TUME), localizado na Unidade de Ensino e Pesquisa de Silvicultura (UEP - Silvicultura) do campus da UTFPR-DV. A idade de implantação dessa área é de 36 meses. Esse povoamento

apresenta uma altura média de 16 metros e DAP médio 18 centímetros. O preparo do solo para o plantio foi realizado através da aplicação de herbicida e preparo do solo na linha de plantio com uso de subsolador de cinco hastes, a uma profundidade de aproximadamente 30 cm. O plantio foi realizado manualmente, em espaçamento de 3 metros entre linhas e 2 metros entre plantas, com 160 plantas por espécie, o que corresponde a 1666 plantas por hectare. Após dois meses, foi realizado o coroamento manual no entorno das mudas, visando controlar a competição de ervas daninhas. Nas linhas de plantio, a roçada foi realizada com o uso de roçadeira tratorizada, por duas ocasiões, durante o ano. Depois de seis meses foi realizada a primeira adubação, com 300 gramas de adubo NPK em fórmula equivalente a 09-26-12 formulada a partir de mistura de adubos disponíveis. Na aplicação manual desse adubo foi realizado novamente o coroamento das mudas, incorporando o adubo e controlando ervas daninhas.



Figura 1. Visão geral da área de Eucalipto 3 anos (TUME-UTFPR).

Fonte: Autor (2012).



Figura 2. Visão mais aproximada da área de Eucalipto 3 anos.

Fonte: Autor (2012).

Euc. 10 anos: Essa área com *Eucalyptus urophylla* com cerca de 120 meses de idade, apresenta uma altura média de 32 metros e um DAP médio de 35 cm. É um pequeno fragmento florestal implantado dentro do campus da UTFPR-DV. O espaçamento é de 2 x 2,5 metros, totalizando cerca de 2000 árvores por hectare. Nesse plantio foram realizados alguns tratamentos silviculturais como coroamento, desrama aos dois e aos quatro anos de idade, porém, não foi realizado nenhum tipo de desbaste. Portanto, o povoamento está com densidade completa, excetuando a mortalidade inicial que é normal em qualquer povoamento florestal.



Figura 3. Visão geral da área de Eucalipto 10 anos.

Fonte: Autor (2012).

Culturas anuais: Foi escolhida uma área de lavoura onde é utilizado o método de semeadura direta, que é o sistema mais utilizado nas áreas de lavoura do Brasil. Nessa área são realizadas rotações com diversas culturas anuais destinadas a produção de grãos. Está localizada entre duas áreas agrícolas dentro da Instituição. Nesta área são utilizadas técnicas mecanizadas de manejo, sendo que as aplicações de adubação química são realizadas juntamente com a semeadura e quando se faz necessário é realizada a correção do solo com o uso de calcário.



Figura 4. Visão geral da área com Culturas anuais.

Fonte: Autor (2012).

Mata nativa: A área de mata nativa do campus da UTFPR-DV em grande parte encontra-se em estágio médio de regeneração com algumas áreas em estágio avançado, sendo assim, para melhor representar um ecossistema natural característico da região e por representar as condições ecológicas de estabilidade do ambiente, para este estudo foi utilizada como referencial a área de regeneração em estágio avançado de desenvolvimento (clímax).



Figura 5. Visão geral da área de Mata nativa.

Fonte: Autor (2012).

4.2 PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA AS COLETAS

Nessas áreas que foram descritas foram realizadas coletas de solo nas seguintes profundidades: 0-5; 5-10; 10-20; 20-40 e 40-60 cm. Para efeitos de representatividade cada área foi dividida em três blocos (no caso deste trabalho cada bloco é considerado uma repetição), sendo que em cada bloco foram coletados quatro subamostras distribuídas aleatoriamente. Após a coleta, em cada bloco o material obtido das subamostras nas diferentes profundidades foi homogeneizado, formando assim cinco amostras compostas por bloco. Considerando que cada área tem três blocos, isso resultou em 15 amostras em cada área de uso, totalizando 60 amostras de solo ao todo.

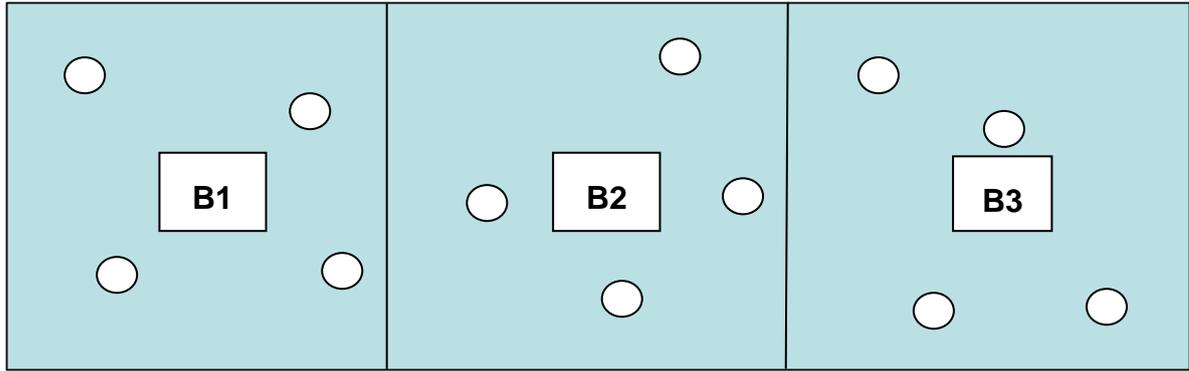


Figura 6. Esquema mostrando distribuição aleatória das coletas de solo em cada área.

Fonte: Autor (2013).

Para a realização das coletas de solo fez-se o uso das seguintes ferramentas e materiais: uma pá de corte quadrada para a abertura das trincheiras no solo e para a retirada das camadas nas profundidades de 0-5; 5-10 e 10-20 cm; uma régua milimetrada para medição das profundidades; um facão para separar as profundidades medidas na pá; cinco baldes de plástico devidamente identificados, para armazenar o solo das diferentes profundidades; um trado holandês para a coleta das profundidades de 20-40 e 40-60 cm; cinco bolsas de ráfia para homogeneizar cada amostra dos baldes; e sacos plásticos identificados para armazenar e transportar as amostras.

Posterior a coleta, as amostras de solo foram acondicionadas sobre pequenas bandejas de isopor dentro da Casa de Vegetação da Universidade por um período estimado de três dias, sendo esse procedimento necessário para armazenar as amostras de solo, proporcionando abrigo em caso de chuva. Após essas amostras foram moídas com o uso de um moinho de martelo e peneirado em malha 2 mm formando a Terra Fina Seca ao Ar (TFSA). Posteriormente, as amostras foram colocadas de volta nos sacos plásticos e levadas para o laboratório de análises de solos, onde foram feitas as determinações e análises necessárias ao objetivo desse estudo.

4.3 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA - EXTRAÇÃO E DETERMINAÇÃO

pH (CaCl₂): Determinado através do Peagâmetro (EMBRAPA, 1997);

Alumínio trocável, Cálcio e Magnésio (Al³⁺, Ca e Mg): Cloreto de Potássio (EMBRAPA, 1997);

Hidrogênio + Alumínio (H + Al): pH SMP (EMBRAPA, 1997);

Fósforo e Potássio (P e K): Uso de extrator Mehlich-1. (EMBRAPA, 1997).
Determinação: K por Fotômetro de chama e P por Espectrofotômetro UV-VIS de absorção atômica;

Nitrogênio Total (N): Destilação de arraste Semimicro Kjeldahl (TEDESCO, 1995);

Soma de Bases (SB): (Ca + Mg + K);

Capacidade de Troca de Cátions (CTC): (Ca + Mg + K + (H+Al));

Saturação por bases (V %): (SB x 100) / CTC

4.4 ANÁLISES LABORATORIAIS DAS AMOSTRAS

Posteriormente ao processo de moagem, as amostras de solo foram secas em estufa de circulação e renovação de ar a uma temperatura média de 45 °C, por aproximadamente 72 horas. Após isso, as mesmas foram acondicionadas em local protegido da umidade até a realização da análise laboratorial.

Os nutrientes e atributos químicos do solo analisados foram os seguintes: N total (g kg⁻¹), P (mg dm⁻³), K (cmolc dm⁻³), Ca (cmolc dm⁻³) e Mg (cmolc dm⁻³), Al³⁺ (cmolc), extraídos por KCl 1 mol, H+ (cmolc dm⁻³) extraídos por SMP, e pH em CaCl₂ 0,01 mol. Com base nestes dados foi calculado a CTC, o V% e a SB. A metodologia utilizada para a determinação destes nutrientes e atributos foi a descrita pela Embrapa (1997). Com exceção a determinação de N, cuja metodologia utilizada foi a descrita por Tedesco (1985).

4.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os efeitos dos sistemas de uso do solo sobre as propriedades químicas em cada profundidade foram verificados a partir da análise de variância, seguindo-se um delineamento de blocos inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema de parcela subdividida considerando a profundidade como subfator. A diferença entre as médias das quatro áreas e das profundidades foi avaliada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 NITROGÊNIO TOTAL

Em relação aos dados apresentados na Tabela 1, pode-se verificar que em todas as áreas de estudo os teores de N total foram maiores na camada de solo de 0-5 centímetros de profundidade. De acordo com Rangel et al. (2008), isso se deve ao fato de que é nessa camada superficial do solo que se concentra um maior acúmulo de resíduos vegetais e animais e, conseqüentemente, maiores teores de matéria orgânica. Sendo que a área de Mata Nativa foi a que apresentou o melhor resultado com média de 34,18 g kg⁻¹ diferindo estatisticamente das demais áreas. Já a área de Culturas anuais obteve o valor mais baixo com média de 12,95 g kg⁻¹.

Tabela 1. Teor de Nitrogênio total em diferentes áreas e em diferentes camadas do solo.

| Áreas | Camada (cm) | | | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|----|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-----|
| | 0-5 | | 5-10 | | 10-20 | | 20-40 | | 40-60 | |
| | N (g kg⁻¹) | | | | | | | | | |
| Culturas anuais | 12,95 | cA | 12,25 | cAB | 11,31 | bAB | 9,45 | bAB | 8,51 | bB |
| Mata nativa | 34,18 | aA | 19,01 | aB | 15,98 | aBC | 13,41 | aC | 12,71 | aC |
| Euc. 10 anos | 20,76 | bA | 15,40 | bcB | 13,06 | abBC | 10,85 | abCD | 8,75 | bD |
| Euc. 3 anos | 20,76 | bA | 18,66 | abAB | 16,33 | aBC | 13,76 | aCD | 11,20 | abD |
| CV % | 11,00 | | | | | | | | | |

Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas colunas e por letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pode-se verificar também que até 10 centímetros de profundidade, não houve diferença significativa para o teor N total nas áreas de Culturas anuais e Euc. 3 anos. Ao contrário das áreas de Mata nativa e Eucalipto 10 anos que variaram significativamente da camada de 0-5 cm para a camada de 5-10 cm. Isso se deve principalmente ao fato de que nas primeiras áreas ocorreu um revolvimento do solo mais recentemente, enquanto as demais estão a mais tempo em repouso. Resultado semelhante ao encontrado por Cerri (1989), que em seu estudo concluiu que 41,8 % do N total estavam armazenados em até 20 centímetros do solo, mas diferindo deste, quando o autor afirma que essa proporção de N total no solo não varia nas camadas superficiais, independentemente do tipo de vegetação que está sobre ele, seja natural ou cultivado.

Outro resultado que pode ser verificado na Tabela 1, foi a informação de que dentre as áreas estudadas, a área de Culturas anuais apresentou a menor variação significativa no teor de N total em relação as diferentes camadas do solo, variando apenas na camada de 40 a 60 cm. Isto ocorre em consequência do revolvimento do solo, que promove uma distribuição relativamente homogênea dos resíduos vegetais na camada arável (0-20 cm) do solo (BAYER; BERTOL, 1999). Sendo que nas demais áreas o teor de N total baixou significativamente nas camadas mais profundas.

5.2 FÓSFORO (P) DISPONÍVEL

Nos dados apresentados na Tabela 2, pode-se observar nas diferentes áreas que os teores de P foram maiores nas camadas superficiais do solo (0-5 e 5-10 cm). O que está de acordo com Pavinato e Rosolem (2008), que em estudos sobre a disponibilidade de nutrientes no solo, relatam que essa condição se dá pela adição de fertilizantes nas camadas superficiais ou fonte de reservas naturais, no caso de solos jovens. Ainda, segundo os mesmos autores, o solo pode ser considerado como fonte ou como dreno de fósforo, dependendo de sua característica relacionada com o grau de intemperismo.

Os maiores valores de P nas duas primeiras camadas de solo (0-5 e 5-10 cm), foram observadas na área sob sistema de uso de Culturas anuais. Essa verificação é também encontrada por Rheinheimer (2000), onde o autor afirma que a semeadura direta (caso da área de Culturas anuais deste estudo), altera em muito a dinâmica do P no solo, pois este nutriente acumula-se nas camadas superficiais, podendo aumentar a fração orgânica, seja pela ausência de mobilização, seja pela produção de ácidos orgânicos que competem pelos sítios de retenção. Ainda para essas camadas, pode-se observar que a área de Euc. 3 anos apresentou os menores resultados para esse nutriente, o que pode ser devido a grande extração inicial de nutrientes por parte da cultura do eucalipto (BARROS; NEVES; NOVAIS, 2005). As áreas de Mata nativa e Euc. 10 anos ficaram com médias situadas entre as duas áreas acima citadas, não diferindo estatisticamente nessas camadas.

Tabela 2. Teor de Fósforo disponível nas diferentes áreas e em diferentes camadas do solo.

| Áreas | Camada (cm) | | | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|----|------|----|-------|-----|-------|----|-------|----|
| | 0-5 | | 5-10 | | 10-20 | | 20-40 | | 40-60 | |
| | P (mg dm ⁻³) | | | | | | | | | |
| Culturas anuais | 10,09 | aA | 8,51 | aB | 5,81 | bcC | 4,91 | bD | 4,27 | bE |
| Mata nativa | 7,65 | bA | 7,00 | bB | 6,19 | abC | 5,71 | aD | 5,52 | aD |
| Euc. 10 anos | 7,79 | bA | 7,30 | bB | 6,52 | aC | 5,89 | aD | 5,69 | aD |
| Euc. 3 anos | 6,15 | cA | 6,19 | cA | 5,60 | cB | 4,95 | bC | 4,50 | bC |
| CV% | 3,05 | | | | | | | | | |

Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas colunas e por letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de *Tukey* a 5% de probabilidade.

Para as camadas de solo mais profundas (10-20, 20-40 e 40-60 cm), pode-se verificar que os teores médios de P diminuíram significativamente em todas as áreas, principalmente na área de Culturas anuais, sendo que somente a área de Euc. 3 anos manteve um equilíbrio maior. Essa diminuição nos resultados comprova a baixa mobilidade do elemento e, ou, elevada ciclagem biogeoquímica (SILVA et al., 2007). Ainda segundo Pavinato e Rosolem (2008), naturalmente em solos tropicais e subtropicais o P encontra-se em concentrações muito baixas na solução, sendo limitante para o crescimento e desenvolvimento de culturas comerciais. Vale ressaltar que as áreas de Mata nativa e Euc. 10 anos apresentaram os melhores teores de P nessas profundidades.

5.3 POTÁSSIO (K) DISPONÍVEL

Em relação aos resultados encontrados na Tabela 3, pode-se verificar que o teor de Potássio na camada mais superficial do solo (0-5) em todas as áreas, sendo que nessa camada as áreas de Mata nativa, Euc. 10 anos e Euc. 3 anos apresentaram teores de Potássio considerados altos de acordo com tabelas de interpretação de adubação. Sendo que com o decréscimo das profundidades os teores desse nutriente diminuíram expressivamente. Uma explicação que se tem para explicar essa queda de K com o aumento da profundidade é provavelmente devido a em decorrência da ciclagem biogeoquímica, que de acordo com Gatto (2000), contribui para aumentar o teor de nutrientes na superfície de solos florestais. Sendo que Bayer e Mielniczuk, (1997), encontraram resultados semelhantes em seus estudos.

Tabela 3. Teor de Potássio disponível nas diferentes áreas e em diferentes camadas do solo.

| Áreas | Camada (cm) | | | | | | | | | | Média |
|------------------------|----------------------------------|----|------|----|-------|----|-------|----|-------|----|--------|
| | 0-5 | | 5-10 | | 10-20 | | 20-40 | | 40-60 | | |
| | K (cmolc dm⁻³) | | | | | | | | | | |
| Culturas anuais | 0,19 | ns | 0,10 | ns | 0,042 | ns | 0,029 | ns | 0,029 | ns | 0,08 c |
| Mata nativa | 0,24 | ns | 0,12 | ns | 0,084 | ns | 0,056 | ns | 0,043 | ns | 0,11 b |
| Euc. 10 anos | 0,27 | ns | 0,17 | ns | 0,15 | ns | 0,089 | ns | 0,040 | ns | 0,14 a |
| Euc. 3 anos | 0,28 | ns | 0,21 | ns | 0,15 | ns | 0,095 | ns | 0,084 | ns | 0,16 a |
| Média | 0,24 | A | 0,15 | B | 0,10 | C | 0,067 | D | 0,049 | D | |
| CV% | 19,11 | | | | | | | | | | |

Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas colunas e por letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Também é possível verificar que nas áreas de Euc. 10 anos e Euc. 3 anos, ocorreu uma diminuição mais acentuada dos teores de Potássio nas camadas de 20-40 cm e 40-60 cm, quando comparadas com as demais áreas. Sendo que essas áreas foram adubadas somente na sua implantação, esses resultados podem ser atribuídos à absorção de nutrientes pelo eucalipto nas camadas mais profundas do solo, e seu retorno via decomposição da serapilheira. Silva et al. (2009), encontrou resultados muito parecidos em um estudo em plantio de espécies florestais. O que se pode destacar é que no geral, as áreas com Euc. 3 anos e Euc. 10 anos apresentaram teores maiores de K comparado as demais áreas.

5.4 CÁLCIO E MAGNÉSIO TROCÁVEL

Para os resultados de Cálcio e Magnésio (Tabela 4 e tabela 5), pode-se observar que com exceção à camada de solo de 0-5 cm, onde o teor de Cálcio foi maior na área da Mata Nativa com 10,33 cmol_c dm⁻³, em todas as demais camadas de solo os maiores resultados foram verificados na área de Culturas anuais, sendo que para o Magnésio a área de Euc. 10 anos também se destacou diferindo das demais áreas. Inclusive, a área de Culturas anuais foi a única área a apresentar teores de Cálcio estatisticamente igual nas camadas do solo de 0-5 cm e 5-10 cm, o que segundo Silveira et al. (2000), esse fato ocorre provavelmente devido à fixação

desse elemento na camada superficial do solo pelo uso da calagem, frequentemente realizada em áreas agrícolas.

Tabela 4. Teor de Cálcio trocável nas diferentes áreas e em diferentes camadas do solo.

| Áreas | Camada (cm) | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------------------|----|------|----|-------|-----|-------|-----|-------|----|
| | 0-5 | | 5-10 | | 10-20 | | 20-40 | | 40-60 | |
| | Ca (cmolc dm⁻³) | | | | | | | | | |
| Culturas anuais | 8,20 | bA | 7,86 | aA | 6,53 | aB | 5,40 | aC | 4,93 | aC |
| Mata nativa | 10,33 | aA | 6,10 | bB | 5,33 | bC | 5,10 | abC | 4,33 | aD |
| Euc. 10 anos | 7,40 | cA | 5,86 | bB | 4,66 | bcC | 4,43 | bC | 3,30 | bD |
| Euc. 3 anos | 6,13 | dA | 4,60 | cB | 4,20 | cBC | 3,56 | cCD | 3,23 | bD |
| CV% | 5,27 | | | | | | | | | |

Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas colunas e por letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação a área de Mata Nativa ter apresentado maior teor de Cálcio na camada mais superficial do solo (0-5 cm) em comparação as demais áreas, pode ser explicado pela mesma razão de outros nutrientes ou atributos que apresentaram resultados mais significativos nessas condições, ou seja, a grande quantidade de matéria orgânica presente na camada de serapilheira ocorrente em áreas de mata preservada. Ainda conforme Silveira et al. (2000), essa maior quantidade de Cálcio nas camadas superficiais se dá pela ação das cargas negativas presentes na superfície do solo.

Os valores de Magnésio foram maiores nas profundidades até 10 cm. Segundo Ferreira et al. (2011), esse comportamento pode ser explicado pelos valores de pH, pois a disponibilidade desse nutriente é diretamente influenciada pelo pH do solo.

Para os resultados encontrados do teor de Magnésio, a mesma discussão usada no parágrafo acima serve para explicar os motivos da maior concentração desse nutriente nas camadas mais superficiais da área Mata Nativa.

Tabela 5. Teor de Magnésio trocável nas diferentes áreas e em diferentes camadas do solo.

| Áreas | Camada (cm) | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------------------|-----|------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| | 0-5 | | 5-10 | | 10-20 | | 20-40 | | 40-60 | |
| | Mg (cmolc dm⁻³) | | | | | | | | | |
| Culturas anuais | 3,46 | cA | 2,87 | abA | 1,87 | aB | 1,37 | aBC | 1,24 | aBC |
| Mata nativa | 3,53 | aA | 3,26 | aA | 1,64 | aBC | 0,69 | bcC | 0,77 | bC |
| Euc. 10 anos | 2,70 | abA | 2,03 | bAB | 1,56 | abB | 1,40 | aBC | 1,13 | aC |
| Euc. 3 anos | 2,20 | bcA | 1,80 | bAB | 1,36 | bBC | 1,06 | bC | 0,79 | bCD |
| CV% | 11,41 | | | | | | | | | |

Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas colunas e por letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Podem-se destacar os resultados encontrados para o teor de Magnésio na área de Euc. 10 anos, a qual apresentou estatisticamente os resultados mais expressivos nas camadas mais profundas do solo (20-40 cm e 40-60 cm), possivelmente pelo fato da cultura do eucalipto não utilizar esse cátion em grandes proporções após certo tempo de estabelecimento, ficando dessa forma disponível no solo.

5.5 ACIDEZ DO SOLO

5.5.1 Acidez Ativa (pH CaCl₂)

Em termos gerais a faixa de pH entre 5,8 e 6,2 é a que apresenta maior disponibilidade da maioria dos nutrientes essenciais então disponíveis para as culturas. Solos com pH abaixo de 7 são considerados ácidos, e os com pH acima de 7, alcalinos. Os macronutrientes em geral são mais disponíveis em pH mais elevados em relação à tolerância à maioria das plantas (SBCS, 2004).

Tabela 6. Teor de pH (CaCl₂) nas diferentes áreas e em diferentes camadas do solo.

| Áreas | Camada (cm) | | | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|----|------|-----|-------|-----|-------|----|-------|----|
| | 0-5 | | 5-10 | | 10-20 | | 20-40 | | 40-60 | |
| | pH (CaCl₂) | | | | | | | | | |
| Culturas anuais | 5,05 | aA | 4,78 | aA | 4,74 | aA | 4,47 | aA | 4,56 | aA |
| Mata nativa | 5,04 | aA | 4,51 | aAB | 4,20 | aAB | 3,91 | aB | 4,04 | aB |
| Euc. 10 anos | 4,53 | aA | 4,75 | aA | 4,54 | aA | 4,43 | aA | 4,18 | aA |
| Euc. 3 anos | 5,05 | aA | 4,86 | aA | 4,71 | aA | 4,42 | aA | 4,52 | aA |
| CV% | 8,70 | | | | | | | | | |

Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas colunas e por letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na tabela 6, pode-se verificar que dentre todas as áreas estudadas a acidez ativa (pH), obteve resultados significativos em termos de profundidade somente na área da Mata nativa, para as camadas de solo abaixo de 20 cm, as quais apresentaram os menores valores de pH (3,91 e 4,04). Pelo que se sabe, o fato do solo da floresta ter apresentado valores menores de pH, ou maior acidez, é considerado normal.

5.5.2 Alumínio solúvel (Al³⁺)

Em relação aos resultados encontrados para os teores de Alumínio solúvel (Tabela 7), pode-se verificar que, para a interação não houve diferença significativa entre as diferentes áreas para com as diferentes camadas do solo. Apesar de um notório aumento do teor de Al³⁺ nas camadas mais profundas do solo, principalmente nas áreas de Mata nativa e Euc. 10 anos, sendo que esta última se encontra já por um longo período sem receber qualquer tipo de correção química.

Tabela 7. Teor de Alumínio trocável nas diferentes áreas e em diferentes camadas do solo.

| Áreas | Camada (cm) | | | | | | | | | | Média |
|------------------------|--|----|------|----|-------|----|-------|----|-------|----|--------|
| | 0-5 | | 5-10 | | 10-20 | | 20-40 | | 40-60 | | |
| | Al³⁺ (cmolc dm⁻³) | | | | | | | | | | |
| Culturas anuais | 0,00 | ns | 0,00 | ns | 0,36 | ns | 0,27 | ns | 0,18 | ns | 0,16 a |
| Mata nativa | 0,18 | ns | 0,18 | ns | 0,76 | ns | 1,62 | ns | 1,08 | ns | 0,76 a |
| Euc. 10 anos | 0,18 | ns | 0,31 | ns | 0,85 | ns | 1,44 | ns | 1,44 | ns | 0,84 a |
| Euc. 3 anos | 0,04 | ns | 0,18 | ns | 0,27 | ns | 0,45 | ns | 0,31 | ns | 0,25 a |
| Média | 0,10 | A | 0,16 | A | 0,56 | A | 0,94 | A | 0,75 | A | |
| CV% | 143,16 | | | | | | | | | | |

Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas colunas e por letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Também em relação as médias dos teores de Al³⁺ para as diferentes áreas e camadas do solo, pode-se verificar que não houve diferença significativa, mas é possível identificar que nas camadas mais profundas existe maiores valores de acidez trocável, onde as duas áreas com cobertura florestal a mais tempo estabelecidas (Mata nativa e Euc. 10 anos) apresentam maiores valores. Resultados semelhantes foram encontrados por Corrêa Neto et al. (2007).

5.5.3 Acidez potencial (H+Al)

Em relação aos dados apresentados na Tabela 8, verifica-se que não houve diferença estatística entre as médias dos teores de H+Al para as camadas de solo, porém, pode-se observar que nas áreas de Mata Nativa e Euc. 10 anos existe um aumento gradativo da acidez potencial (H+Al) do solo, das camadas superficiais para as camadas mais profundas. Sendo que a área da Mata Nativa e de Euc. 3 anos apresentaram em média os maiores valores desse atributo. De acordo com Carneiro et al. (2009), isto é totalmente coerente, visto que em áreas de vegetação natural não é realizado a correção e adubação do solo que normalmente é aplicada em áreas manejadas (visivelmente verificada na área de Culturas anuais).

Tabela 8. Teor de Hidrogênio + Alumínio ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) nas diferentes áreas e em diferentes camadas do solo.

| Áreas | Camada (cm) | | | | | | | | | | Média |
|------------------------|---|----|------|----|-------|----|-------|----|-------|----|---------|
| | 0-5 | | 5-10 | | 10-20 | | 20-40 | | 40-60 | | |
| | H+Al ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) | | | | | | | | | | |
| Culturas anuais | 6,12 | ns | 6,39 | ns | 5,45 | ns | 6,80 | ns | 5,39 | ns | 6,033 b |
| Mata nativa | 7,63 | ns | 9,37 | ns | 9,87 | ns | 10,28 | ns | 11,17 | ns | 9,66 a |
| Euc. 10 anos | 7,00 | ns | 7,13 | ns | 6,38 | ns | 7,32 | ns | 8,29 | ns | 7,22 b |
| Euc. 3 anos | 8,59 | ns | 7,60 | ns | 8,94 | ns | 8,46 | ns | 7,53 | ns | 7,86 ab |
| Média | 7,84 | A | 7,87 | A | 7,35 | A | 7,78 | A | 7,62 | A | |
| CV% | 26,57 | | | | | | | | | | |

Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas colunas e por letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.6 Soma de Bases (SB)

Em relação aos resultados encontrados para a soma de bases, pode-se observar na Tabela 9 que as áreas de Culturas anuais e de Euc. 3 anos apresentaram uma homogeneidade maior para os valores médios desse atributo químico nas diferentes camadas do solo. Destacando-se principalmente a área de Euc. 3 anos que não apresentou diferença estatística entre camadas, isso provavelmente é devido a dois fatores principais:

- Primeiro: essa área a três anos atrás era cultivada com culturas anuais, de maneira que era manejada com revolvimento do solo para correção da acidez;

- Segundo: o sistema radicular típico da cultura de eucalipto que é considerado agressivo, de forma que conduziu os cátions (Ca, Mg e K) presentes no solo dessa área para as camadas de sistema mais agressivo, equilibrando assim os valores desse atributo.

Tabela 9. Soma de bases ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) nas diferentes áreas e em diferentes camadas do solo.

| Áreas | Camada (cm) | | | | | | | | | |
|------------------------|---|----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| | 0-5 | | 5-10 | | 10-20 | | 20-40 | | 40-60 | |
| | SB ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) | | | | | | | | | |
| Culturas anuais | 11,86 | bA | 11,20 | aA | 9,87 | aAB | 8,12 | aB | 7,69 | aC |
| Mata nativa | 16,11 | aA | 11,49 | aB | 8,15 | aC | 7,68 | aC | 6,94 | abD |
| Euc. 10 anos | 12,37 | bA | 10,07 | aAB | 8,38 | aBC | 7,92 | aBC | 6,47 | bcD |
| Euc. 3 anos | 10,61 | cA | 7,60 | bB | 8,94 | aA | 8,46 | aA | 7,53 | aA |
| CV% | 10,65 | | | | | | | | | |

Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas colunas e por letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Apesar de a área de Euc. 3 anos ter apresentado resultados mais homogêneos de SB nas diferentes camadas, a mesma foi a que obteve os valores mais baixos nas camadas mais superficiais do solo em comparação com as outras áreas estudadas.

Para as demais áreas foi constatado, que as camadas mais superficiais do solo obtiveram maiores valores de SB do que nas camadas mais profundas, esses resultados são semelhantes aos encontrados por Corrêa Neto et al. (2007), que em estudo avaliando atributos físicos e químicos de solos florestais, verificaram que as camadas superiores (até 20 cm) apresentaram maiores teores de Ca, Mg e K em relação as camadas inferiores do solo.

5.7 CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS (CTC POTENCIAL)

Tabela 10. Capacidade de troca de cátions (potencial) nas diferentes áreas e em diferentes camadas do solo.

| Áreas | Camada (cm) | | | | | | | | | | |
|------------------------|---|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|---------|
| | 0-5 | | 5-10 | | 10-20 | | 20-40 | | 40-60 | | Média |
| | CTC (cmol_c dm⁻³) | | | | | | | | | | |
| Culturas anuais | 17,98 | ns | 17,59 | ns | 15,33 | ns | 14,93 | ns | 13,08 | ns | 15,78 b |
| Mata nativa | 23,74 | ns | 20,87 | ns | 18,02 | ns | 17,97 | ns | 18,11 | ns | 19,74 a |
| Euc. 10 anos | 19,37 | ns | 17,21 | ns | 14,77 | ns | 15,25 | ns | 14,76 | ns | 16,27 b |
| Euc. 3 anos | 19,20 | ns | 16,22 | ns | 16,66 | ns | 15,19 | ns | 13,18 | ns | 16,09 b |
| Média | 20,07 | A | 17,97 | AB | 16,20 | BC | 15,83 | BC | 14,79 | C | |
| CV% | 12,32 | | | | | | | | | | |

Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas colunas e por letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para os resultados encontrados na Tabela 10, é possível verificar que não houve interação entre as camadas do solo e as diferentes áreas com relação a CTC do solo, porém em relação as médias nas camadas, pode-se observar que existe um decréscimo dos teores de CTC das camadas superficiais para as mais profundas, apesar de ter ocorrido diferença significativa para os valores de pH entre as camadas do solo apenas na área de Mata nativa.

Em relação as médias das áreas, pode-se verificar que a área de Mata nativa destacou-se das demais com maiores valores de CTC, obtendo em média 19,74 cmol_c dm⁻³. As demais áreas não diferiram estatisticamente entre si.

5.8 SATURAÇÃO POR BASES (V%)

Em relação aos dados apresentados na Tabela 11, pode-se verificar que a saturação por bases é maior nas camadas superficiais do solo independentemente das áreas, sendo que somente nas camadas de 0-5 e 5-10 cm de profundidade o valor está dentro do considerado como bom para os solos da região de estudo, com

média de 63,51% e 58,11%. Para as demais camadas de solo os valores médios encontrados baixam significativamente.

Tabela 11. Saturação por bases em porcentagem nas diferentes áreas e em diferentes camadas do solo.

| Áreas | Camada (cm) | | | | | | | | | | Média |
|------------------------|--------------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|----------|
| | 0-5 | | 5-10 | | 10-20 | | 20-40 | | 40-60 | | |
| | V % | | | | | | | | | | |
| Culturas anuais | 65,96 | ns | 63,89 | ns | 64,46 | ns | 54,64 | ns | 58,78 | ns | 61,54 a |
| Mata nativa | 67,96 | ns | 55,95 | ns | 46,93 | ns | 43,16 | ns | 40,21 | ns | 50,84 b |
| Euc. 10 anos | 63,95 | ns | 59,53 | ns | 57,86 | ns | 52,58 | ns | 44,08 | ns | 55,60 ab |
| Euc. 3 anos | 56,18 | ns | 53,07 | ns | 46,51 | ns | 44,40 | ns | 43,00 | ns | 48,63 b |
| Média | 63,51 | A | 58,11 | AB | 53,94 | BC | 48,69 | C | 46,52 | C | |
| CV% | 13,25 | | | | | | | | | | |

Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas colunas e por letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação as médias das áreas, pode-se verificar que a área com Culturas anuais e Euc. 10 anos se destacam com valores mais próximos do que é considerado bom. Já as áreas de Mata nativa e Euc. 3 anos necessitariam de correção com calagem, principalmente nas camadas mais profundas do solo, necessitando assim de um revolvimento para que a calagem percole para as camadas mais profundas.

5.9 CARACTERIZAÇÕES GERAIS DA FERTILIDADE NAS ÁREAS DE ESTUDO

Para efeito de conhecimento das condições atuais de fertilidade em que se encontram as áreas com diferentes sistemas de uso, foi colocado na Tabela 12 os valores médios de todos os atributos e nutrientes avaliados neste estudo. Onde se considerou uma amostra homogênea de solo de 0 a 60 centímetros de profundidade para cada área estudada.

Tabela 12. Valores médios de atributos e nutrientes nas diferentes áreas considerando uma amostra homogênea de solo de 0 a 60 cm.

| Áreas | Nutriente/Atributo | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--------------------|--------|---------|--------|---------|------------------------|------------------|----------|----------|----------|--------|-------------------|
| | N | P | K | Ca | Mg | H+Al | Al ³⁺ | SB | CTC | V | pH | |
| | g kg ⁻¹ | | | | | cmolc dm ⁻³ | | | | | % | CaCl ₂ |
| Culturas anuais | 10,89 d | 6,72 a | 0,080 c | 6,58 a | 3,086 b | 6,033 b | 0,16 a | 9,75 ab | 15,78 b | 61,54 a | 4,72 a | |
| Mata nativa | 19,063 a | 6,41 b | 0,11 b | 6,24 b | 3,72 a | 9,66 a | 0,76 a | 10,078 a | 19,74 a | 50,84 b | 4,34 a | |
| Euc. 10 anos | 13,76 c | 6,64 a | 0,14 a | 5,13 c | 3,76 a | 7,22 b | 0,84 a | 9,047 bc | 16,27 b | 55,60 ab | 4,49 a | |
| Euc. 3 anos | 16,14 b | 5,48 c | 0,16 a | 4,34 d | 3,35 ab | 7,86 ab | 0,25 a | 8,23 c | 16,096 b | 48,63 b | 4,71 a | |

Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas colunas e por letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação a área de Culturas anuais, pode-se verificar pelos resultados apresentados que dentre as áreas, foi a que obteve teores mais elevados de Cálcio (Ca) no solo com uma média de $6,58 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ em sua composição. Isso pode ser explicado por ser a área que apresentou a maior percentagem de saturação por bases (V%), com 61,54 % e, conseqüentemente o menor teor de acidez trocável (Al^{3+}) com média de $0,16 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Em contrapartida, essa mesma área foi a que apresentou os menores resultados para os teores de N total (N) e Potássio (K), com uma média de $10,89 \text{ g kg}^{-1}$ e $0,08 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente. Em relação ao N total, esse resultado provavelmente deve ser efeito da falta de matéria orgânica advinda da deposição da serapilheira, ocorrente nos outros sistemas. Resultado este que difere do encontrado por Júnior et al. (2012), em trabalho semelhante. Já em relação aos outros atributos e nutrientes não houve diferenças significativas com as demais áreas.

A área de Mata nativa foi o sistema de uso que apresentou os melhores resultados gerais em relação a fertilidade do solo, sendo significativamente superior as demais áreas nos teores médios dos seguintes nutrientes e atributos: N total ($19,063 \text{ g kg}^{-1}$), Magnésio (Mg) ($3,72 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), Soma de Bases (SB) ($10,078 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e CTC ($19,74 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Mas, como é geralmente comum nas áreas ocupadas por florestas nativas e plantadas, o teor de acidez ativa (pH), a acidez potencial (H+Al) e a acidez trocável (Al^{3+}) foram os atributos que apresentaram os resultados mais altos, com médias de $4,34 \text{ CaCl}_2$, $9,66 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $0,76 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente. Valores que apesar de altos não comprometem o desenvolvimento de culturas vegetais nessa classe de solo.

Com relação a área de Eucalipto 10 anos, é possível verificar na tabela que foi o sistema de uso que apresentou dentre todas as áreas o maior teor de Mg com média de $3,76 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, sendo este resultado estatisticamente igual ao encontrado na área de Mata nativa. Também, juntamente com a área de Euc. 3 anos, foi a que apresentou no solo os maiores teores de K com média $0,14 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, o que pode ser confirmado por Fonseca et al. (1993) e Gama-Rodrigues et al. (2008). Apesar de essa área apresentar o maior valor de Al^{3+} com média de $0,84 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, a mesma apresentou resultados satisfatórios em relação à CTC, com média de $16,27 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, sendo inclusive superior aos valores encontrados na área de Culturas anuais.

Para a SB e o V% os resultados encontrados foram estatisticamente iguais aos encontrados para a área de Culturas anuais.

Em relação aos resultados encontrados para a área de Eucalipto 3 anos, pode-se verificar que esta área apresentou em geral os valores mais baixos em relação a fertilidade do solo. Sendo que dentre os atributos e nutrientes que obteve resultados significativamente menores está o P com média de $5,48 \text{ mg dm}^{-3}$, a SB com média de $8,23 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, o V% com valor abaixo de 50 % e Ca com uma média de $4,34 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Em relação ao Ca, as áreas com eucalipto apresentaram menores teores desse nutriente em relação as demais áreas, diferentemente dos resultados encontrados por Fonseca et al. (1993), que em seu trabalho verificou que o solo com plantio de eucalipto apresentou maiores teores desse nutriente do na mata natural, naquele caso o autor justificou que esse nutriente estava no solo de forma indisponível ou era pouco exigida pela cultura do eucalipto. Para os atributos responsáveis pela acidez do solo, pode-se verificar que os teores encontrados foram melhores que os solos da Mata natural e do Euc. 10 anos, sendo estatisticamente igual ao solo da área de Culturas anuais. Ainda nessa área, obteve-se o maior valor para o teor de K com média de $0,16 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

6 CONCLUSÕES

Para todos os sistemas de uso os nutrientes e atributos químicos do solo apresentaram valores estatisticamente maiores nas camadas mais superficiais (até 10 cm).

As áreas de Mata nativa e Eucalipto 10 anos apresentaram em média os maiores valores de nutrientes e atributos solo, demonstrando assim a capacidade de recuperação de uma determinada área com o plantio de eucalipto, após um determinado tempo de estabelecimento da cultura.

O sistema de uso do solo com a cultura de eucalipto apresentou resultados semelhantes aos encontrados na no sistema de uso com Mata nativa.

REFERÊNCIAS

ABRAF- Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico da ABRAF 2011 ano Base 2010**. Brasília: ABRAF. 2011.

ALVARENGA, Maria Inês Nogueira; DAVIDE, Antônio Cláudio. Características físicas e químicas de um Latossolo vermelho-escuro e a sustentabilidade de agroecossistemas. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 23. p. 933-942, 1999.

BARROS, Nairam Félix de; COMERFORD, Nicholas Brian. Sustentabilidade da produção de florestas plantadas na região tropical. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.2. p. 487-592, 2002.

BARROS, Nelson Filice de; NEVES, Júlio Cesar Lima; NOVAIS, Roberto Ferreira de. Recomendações de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto. IN: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005.

BHERING, Silvio Barge; SANTOS, H. G. dos; BOGNOLA, Itamar Antonio; CÚRCIO, Gustavo Ribas; MANZATTO, Celso Vainer; CARVALHO JUNIOR, Waldir de; CHAGAS, Cesar da Silva; ÁGLIO, M. L. D.; SOUZA, J. S. de. **Mapa de solos do Estado do Paraná**: legenda atualizada. Rio de Janeiro: Embrapa/IAPAR. 2008. 74p.

BAYER, Cimélio; BERTOL, Ildegardis. Características químicas de um Cambissolo Húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase na Matéria Orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.23, n.3, p.687-694, 1999.

BAYER, Cimélio; MIELNICZUK, João. Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 21 p. 235-239, 1997.

CANELLAS, Luciano Pasqualoto; SANTOS, G. A.; SANTOS, N. M. B. Reações da matéria orgânica. **R. Bra. de Eng. A. e A.**, Campina Grande, PB, 1999.

CAMPOS, Beh-Hur Costa. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. **R. Bras. Ci. Solo**, v.19.p.121-126, 1995.

CANTARUTTI, Reinaldo Bertola; BARROS, Nairam Félix de; MARTINEZ, Hermínia Emília Prieto; NOVAIS, Roberto Ferreira. Avaliação da fertilidade do solo e recomendações de fertilizantes. In: SBCS. **Fertilidade do solo**. p. 769-850. Viçosa, 2007.

CARNEIRO, Marco Aurélio Carbone; SOUZA, Edicarlos Damacena de; REIS, Edésio Fialho dos; PEREIRA, Hamilton Seron; AZEVEDO, Watson Rogério de. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 33. p. 147-157, 2009.

CENTURION, José F.; CARDOSO, Juliana P.; NATALE, William. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.2, p.254-258, Campina Grande, PB, 2001.

CERRI, Carlos Clemente. Dinâmica da matéria orgânica em solos de pastagem. In: **Simpósio sobre Ecossistemas de Pastagem**, Jaboticabal, 1989. Anais. Jaboticabal, FCAVJ, p.135-147, 1989.

CONCEIÇÃO, Paulo César; AMADO, Telmo Jorge Carneiro; MIELNICZUK, João; SPAGNOLLO, Evandro. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 05, p. 777-788, 2005.

NETO, Tiago Corrêa; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; AMORIM, H. B.; JACCOUD, C. F. S. Atributos edafoambientais e parâmetros dendrométricos de plantios de Eucalipto em uma toposequência no campus da UFRRJ, Seropédica-

RJ. **Ciência Florestal**. 17(1): p. 43-51, 2007.

DRUMOND, Marcos Antônio; BARROS, Nairam Félix de; SOUZA, Agostinho Lopes de; SILVA, Alexandre Francisco da; NETO, João Augusto Alves Meira. Alterações fitossociológicas e edáficas na Mata Atlântica em função das modificações da cobertura vegetal. **R. Árv.**, Viçosa-MG, v. 20, n.4, p. 451-466, 1996.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. v. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FERREIRA, Nayara Kelly Feitosa; SOUZA, Camila Maciel Cavalcante de; BASTOS, Lucas Fário; JÚNIOR, Mário Lopes da Silva; MELO, Vânia Silva de. Propriedades químicas do solo sob diferentes sistemas de uso e manejo em Pacajá (PA). **Anais do 9º Seminário Anual de Iniciação Científica**, 19 a 21 de outubro de 2011.

FRANCHINI; Julio César; BORKERT, Clóvis Manoel; FERREIRA, M. M.; GAUDÊNCIO, C. A. Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em semeadura direta. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 24.p. 459-467, 2000.

FONSECA, Sebastião; BARROS, Nairam Félix; NOVAIS, Roberto Ferreira.; COSTA, Liovando Marciano.; LEAL, P.G.L.; NEVES, Júlio César Lima. Alterações em um Latossolo sob Eucalipto, Mata natural e Pastagem. I. Propriedades físicas e químicas. **Revista Árvore**, v.17, p.271-288, 1993.

GAMA-RODRIGUES, Emmanuela Forestieri da; BARROS, Nairam Félix de; GAMA-RODRIGUES, Antonio Carlos da; SANTOS, Gabriel de Araújo. Nitrogênio, Carbono e atividade da biomassa Microbiana do solo em plantações de eucalipto. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 29.p.893-901, 2005.

GAMA-RODRIGUES, Emanuela Forestieri da; GAMA-RODRIGUES, Antônio Carlos da; PAULINO, Gleicia Miranda; FRANCO, Avilio Antonio. Atributos químicos e microbianos de solos sob diferentes coberturas vegetais no norte do Estado do Rio de Janeiro. **R. Bras. de Ci. do Solo**, v.32, p.1521-1530, 2008.

GATTO, Alcides. Manejo do solo em áreas de reforma de floresta de eucalipto e seus reflexos na produtividade. 2000. 62 p. Dissertação (Mestrado)-. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2000.

HEAL, W.; ANDERSON, J.M. & SWIFT, M.J. Plant litter quality and decomposition: An historical overview. In: CADISCH, G. & GILLER, K.E., eds. Driven by nature: Plant litter quality and decomposition. Walling ford, CAB International, 1997. p. 3-30. INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS - IPEF. **Indicações para escolha de espécies de *Eucalyptus***. Piracicaba, 2004.

JÚNIOR, Moacyr Toshimitsu Maekawa; ENSINAS, Simone Cândido; MARCHETTI, Marlene Estevão; EULENE, Francisco da Silva; CONRAD, Vanessa do Amaral; MORAIS, Henrique Soares de; PRADO, Eber Augusto Ferreira do. Estoques de Carbono e Nitrogênio Total em Diferentes Sistemas de Uso do Solo. **FERTBIO**. Maceió (AL), 17 a 21 de setembro de 2012.

KLEINPAUL, Isabel Sandra; SCHUMACHER, Mauro Valdir; KÖNIG, Flávia Gizele, KLEINPAUL, Joel Juliano. **Acúmulo de serapilheira em povoamentos de pinus e eucaliptos no campus da UFSM**. 8p. 2007.

MELLONI, Rogério; MELLONI, Eliane Guimarães Pereira; ALVARENGA, Maria Inês Nogueira; VIEIRA, Fernanda Bueno Marcondes. Avaliação da qualidade de solos sob diferentes coberturas florestais e de pastagem no sul de Minas Gerais. **R. Bras. Ci. Solo**, v 32. p. 2461-2470, 2008.

MORAIS, L. F. B.; COGO, N. P. Comprimentos críticos de rampa para diferentes Manejos de resíduos culturais em sistema de semeadura direta em um Argissolo Vermelho da Depressão Central (RS). **R. Bras. Ci. Solo**, v. 25. p.1041-1051, 2001.

MOTA, Lydia Helena da Silva de Oliveira; VALLADARES, Gustavo Souza. Vulnerabilidade à degradação dos solos da Bacia do Acaraú, Ceará. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 1, p. 39-50, jan-mar, 2011.

NOVAIS, Roberto Ferreira de; BARROS, Nairam Félix; NEVES, Julio Cesar Lima. Nutrição mineral do eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Ed.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p. 25-98.

ODUM, Eugene P. The strategy of ecosystems development. **Science**, v. 164. p.262-270, 1969.

PAVINATO, Paulo Sérgio; ROSOLEM, Ciro. Antônio. Disponibilidade de nutrientes no solo: decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 911-920, 2008.

RANGEL, Otacílio José Passos; SILVA, Carlos Alberto; GUIMARÃES, Paulo Tácito G.; MELO, Leônidas Carrijo Azevedo; JUNIOR, Antônio Claret de Oliveira. Carbono orgânico e Nitrogênio total do solo e suas relações com os espaçamentos de plantio de cafeeiro. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 32. p. 2051-2059, 2008.

RHEINHEIMER, Danilo dos Santos. **Dinâmica do fósforo em sistemas de manejo de solos**. 2000. 210p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2000.

SANTOS, Djail; CURI, Nilton. Perdas de solo e produtividade de pastagens nativas e melhoradas sob diferentes práticas de manejo. **Pesq. Agropec. Bras.**, v 33.p.183-189, 1998.

SILVA, Luciana Gomes da; MENDES, Iêda de Carvalho; JUNIOR, Fábio Bueno Reis; FERNANDES, Marcelo Ferreira; MELO, José Teodoro de; KATO, Eiyti. Atributos físicos, químicos e biológicos de um Latossolo de Cerrado em plantio de espécies florestais. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.44, n.6, p.613-620, jun. 2009.

SILVA, R.C.; PEREIRA, José Manoel; ARAÚJO, Q.R.; PIRES, A.J.V. & DEL REI, A.J. Alterações nas propriedades químicas e físicas de um Chernossolo com diferentes coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 31, p. 101-107, 2007.

SILVEIRA, Pedro Marques da; ZIMMERMANN, Francisco José Pfeilsticker; SILVA, Silvando Carlos da; CUNHA, Adriany Alves da. Amostragem e variabilidade espacial de características químicas de um Latossolo submetido a diferentes sistemas de preparo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.35, n.10, p.2057-2064, out. 2000.

SIMS, J. T. **Soil fertility evaluation**. New York, CRC Press, 1999. p. D113-D153.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO – SBCS. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina /. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. - 10. ed.– Porto Alegre, 2004. 400p.

TEDESCO, Marino José; VOLKWEISS, S.J.; BOAHNEN, H. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, Ed. UFRGS, (Boletim Técnico), 1985.

TREVISAN, Rômulo; HASELEIN, Clóvis Roberto; SANTINI, Élio José; SCHNEIDER, Paulo Renato; MENEZES, Leonel Freitas de. Efeito da intensidade de desbaste nas características dendrométricas e tecnológicas da madeira de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 4, p.377-387, out-dez, 2007.

VASCONCELLOS, Carlos Alberto; FIGUEIREDO, Ana Paola Hermeto Dias; FRANÇA, Gonçalo Evangelista de; COELHO, Antonio Marcos; BRESSAN, Wellington. **Manejo do solo e a atividade microbiana em Latossolo vermelho-escuro da região de Sete Lagoas, MG**. 1998.

VERLENGIA, Flávio; GARGANTINI, Hermano. Determinação de matéria orgânica em solos — estudo comparativo de métodos. **Bragantia: Boletim Científico do Instituto Agrônomo de São Paulo**, v. 27, n. 23, p. 257, Campinas, Agosto de 1968.

VILAS BÔAS, Osmar; MAX, José Carlos Molina; DE MELO, Antonio Carlos Galvão.

CRESCIMENTO COMPARATIVO DE ESPÉCIES DE *Eucalyptus* E *Corymbia*. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 63-72, jun. 2009.