

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL
Câmpus DOIS VIZINHOS

CARLOS CESAR MEZZALIRA

**ATRIBUTOS QUÍMICOS E DENSIDADE DO SOLO SOBRE
DIFERENTES MANEJOS FLORESTAIS EM PLANTIO DE *Pinus taeda*
L. NO SUDOESTE DO-PR**

DOIS VIZINHOS

2013

CARLOS CESAR MEZZALIRA

**ATRIBUTOS QUIMICOS E DENSIDADE DO SOLO SOBRE
DIFERENTES MANEJOS FLORESTAIS EM PLANTIO DE *Pinus taeda*
L. NO SUDOESTE DO-PR**

Trabalho de conclusão de Curso de graduação, apresentado ao Curso Superior em Engenharia Florestal, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Florestal

Orientador: Prof. Dr. Eleandro José Brun

DOIS VIZINHOS

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

L617 Mezzalira, Carlos Cesar
Atributos químicos e densidade do solo sobre diferentes manejos florestais em
plantio de *pinus taeda* l. no Sudoeste do Pr / Carlos Cesar Mezzalira. - 2013.
47 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Eleandro José Brun
Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de graduação) - Universidade Tecnológica
Federal do Paraná. Graduação em Engenharia Florestal, Dois Vizinhos, 2013
Bibliografia: p. 44-47

1. *Pinus taeda*. 2. Nutrientes - estoque. 3. Solo. 4. Engenharia florestal - Trabalho
de Conclusão de Curso. I. Brun, Eleandro José. II. Universidade Tecnológica Federal
do Paraná Câmpus Dois Vizinhos. III. Título.

CDD (22. ed.) 634.95



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



TERMO DE APROVAÇÃO

ATRIBUTOS QUIMICOS E DENSIDADE DO SOLO SOBRE DIFERENTES MANEJOS FLORESTAIS EM PLANTIO DE *Pinus taeda* L. NO SUDOESTE DO-PR

CARLOS CESAR MEZZALIRA

Este Trabalho de Conclusão de Curso II foi apresentado em 27 de Setembro de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Florestal. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Eleandro José Brun
Orientador(a)

Prof. Dr. Laércio Ricardo Sarturi
Membro titular (UTFPR)

Prof. Dr. Carlos Alberto Casali
Membro titular (UTFPR)

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

A Deus nosso pai que sempre guiou meus passos. Aos meus pais Deonildo Mezzalira, e Marili Mezzalira, exemplos de dedicação, fé e caráter.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que pela sua infinita bondade me deu saúde, força e coragem e força para realizar mais uma importante etapa em minha vida guiando meus passos pelos caminhos corretos.

Aos meus pais Deonildo Mezzalira, e Marili Mezzalira por sempre acreditarem em mim.

Aos meus irmãos, Franciele e Jean, pela força, amizade e companheirismo, sempre me apoiando e não medindo esforços para a conquista de mais esta etapa de minha vida.

Ao Prof. Dr. Eleandro José Brun, pela disponibilidade, doação e orientação, pelos ensinamentos, confiança, amizade e paciência.

Aos professores Dr. Laércio Sarturi e Dr. Carlos Alberto Cassali, pelo apoio e orientação na realização das análises laboratoriais e análise dos dados.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pela oportunidade que me foi concedida de cursar Graduação em Engenharia Florestal, de forma gratuita e com qualidade.

A empresa ARAUPEL S/A, por acreditado neste trabalho, pela disponibilidade da área de estudo e o financiamento de todas as atividades realizadas.

A todos os meus amigos e colegas que ajudaram e auxiliaram na realização deste trabalho, em especial a Raquel Rossi Ribeiro Tiago Habitzreiter, Taciana Frigotto, Duarte Souza, pelas incessantes horas de laboratório, e condução das atividades a campo.

Aos meus colegas de turma pela amizade, companheirismo nesses longos anos de caminhada.

Que os vossos esforços desafiem as
impossibilidades, lembrai-vos de que as
grandes coisas do homem foram
conquistadas do que parecia impossível.
(Charlis Chaplin)

RESUMO

MEZZALIRA, Carlos. C. **Atributos químicos e densidade do solo sobre diferentes manejos florestais em plantio de *pinus taeda* l. no Sudoeste do-Pr.** 2013. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2013.

As florestas, em sua maioria, estão sendo estabelecido em solos pobres em nutrientes minerais, o solo, é a característica do ambiente que mais influencia o crescimento das plantas, as ofertas de nutrientes minerais e a qualidade dos produtos que são gerados, o objetivo deste trabalho foi avaliação da qualidade química do solo através da determinação dos estoques de nutrientes no solo, sob diferentes condições de manejo florestal aplicados, em um plantio de *Pinus taeda*, com 22 anos de idade, o projeto foi implantado na região de Quedas do Iguaçu - PR. Pertencente a empresa ARAUPEL. S/A. Utilizando como análise estatística o teste de Tukey a 5% de probabilidade, verificou-se que as diferentes situações criadas pelo manejo da floresta, não influenciaram nos teores de nutrientes estocados no solo. Em relação aos teores dos macronutrientes, apenas o P e o Mg se mostraram em níveis médio e alto respectivamente, os demais nutrientes estão em teores muito baixos, o Al foi o elemento apresentou um teor muito elevado mesmo para solos com pinus, fato que foi acompanhado do pH que chegou a apresentar valor de 3,4 no tratamento SP, estes valores podem causar fitotóxicidade, e redução na absorção e translocação de fósforo, cálcio e magnésio a planta, comprometendo a produtividade e desenvolvimento do próximo reflorestamento de pinus. Com isso é suma importância que se faça uma correção deste solo, buscando atender a os teores dos nutrientes exigidos pela espécie a ser implantada.

Palavras-chave: *Pinus taeda*. Estoque de nutrientes. Qualidade do solo. Manejo florestal

ABSTRACT

MEZZALIRA, Carlos. C. **Attributes of soil chemical and density on different managements in forest planting pinus taeda I in Southwest-Pr**: 2013. 50 f. Trabalho de Conclusão (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2013.

Forests, mostly, being established in soils poor in nutrients, the soil, is the characteristic of the environment that influences the growth of plants, minerals and nutrients offers quality products that are generated. The aim of this study was evaluation of the quality of soil by determining the nutrient stocks in soil under different conditions of forest management applied in a *Pinus taeda*, with 22 years old, the project was implemented in the region Quedas do Iguaçu – PR. Belonging to the company ARAUPEL. S/A. Using statistical analysis to test Tukey 5% probability, it was found that the different situations created by forest management did not affect the levels of nutrients stored in the soil. Regarding the content of macronutrients, only P and Mg were detected in medium and high levels, respectively, the other nutrients are in very low levels, the Al element was presented a very high content even for soils with pine, a fact that was accompanied the pH value reached 3.4 in the present SP treatment, these values may cause phytotoxicity, and decreased uptake and translocation of phosphorus, calcium and magnesium plant, maintaining productivity and development of the next afforestation of pine. Thus it is very important to make a correction of this soil, seeking to meet the nutrient required by the species to be implanted.

Keywords: *Pinus taeda*. Nutrient stocks. Soil Quality. forest management.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Valores médios da Densidade do Solo (DS) (Mg m^{-3}), efeitos principais e da interação dos fatores em um Latossolo Vermelho Distroférico sob plantio de <i>Pinus taeda</i> L. Na região sudoeste - PR.	32
Tabela 2- Valores médios de Nitrogênio g k^{-1} , nos tratamentos avaliados em um Latossolo Vermelho Distroférico sob plantio de <i>Pinus taeda</i> L. Na região sudoeste - PR.	35
Tabela 3- Valores médios de Potássio $\text{Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, nos tratamentos avaliados em um Latossolo Vermelho Distroférico sob plantio de <i>Pinus taeda</i> L. Na região sudoeste- PR.....	36
Tabela 4: Teores de Fósforo, determinados pelo método de resina, sobre diferentes tratamentos, em um Latossolo Vermelho Distroférico sob plantio de <i>Pinus taeda</i> L com idade de 22 anos. Na região sudoeste- PR.	37
Tabela 5- Teores de Matéria Orgânica, em um Latossolo Vermelho Distroférico sob plantio de <i>Pinus taeda</i> L com idade de 22 anos. Na região sudoeste- PR.....	38
Tabela 6- Valores referentes a relação C/N, em um Latossolo Vermelho Distroférico sob plantio de <i>Pinus taeda</i> L com idade de 22 anos. Na região sudoeste - PR.....	39
Tabela 7: Teores de Ca, Mg e Al, em um Latossolo Vermelho Distroférico sob plantio de <i>Pinus taeda</i> L com idade de 22 anos. Na região sudoeste - PR.....	40
Tabela 8- Valores de CTC ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$), calculados através dos teores de K, Ca, Mg e Al. Nos diferentes tratamentos e profundidades em um Latossolo Vermelho Distroférico sob plantio de <i>Pinus taeda</i> L com idade de 22 anos.....	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 JUSTIFICATIVA.....	13
3 HIPÓTESES	14
4 OBJETIVOS.....	15
4.1 OBJETIVO GERAL	15
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
5.1 ESPÉCIE	16
5.2 SOLOS	17
5.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO.....	18
5.4 QUÍMICA DO SOLO	18
5.5. MATÉRIA ORGÂNICA	21
5.5.1 Capacidade de Troca de Cátions.....	21
6. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
6.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	26
6.2 COLETA DAS AMOSTRAS	27
6.3 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DAS AMOSTRAS DE SOLO	30
6.3.1 Análise química.....	30
6.3.2.1 Análise físicas.....	30
7 RESULTADOS E DISCUSÃO.....	32
7.1 DENSIDADE DO SOLO.....	32
7.2. pH DO SOLO	33
7.3 NITROGÊNIO DO SOLO	34
7.4 POTÁSSIO DO SOLO	35
7.5. FÓSFORO DO SOLO	36
7.6 MATÉRIA ORGÂNICA	38
7.7. RELAÇÃO C/N	39
7.8 CÁLCIO, MAGNÉSIO E ALUMÍNIO DO SOLO	39
7.9 A CTC, S, M%, DO SOLO	41
8.CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Pinus* passou a ser mais conhecido pela sociedade brasileira a partir dos anos 1960, quando extensas áreas começaram a serem plantadas com *P. elliottii* e *P. taeda*, nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (SHIMIZU; SEBBENN, 2008, p 25). Este gênero se difundiu rapidamente devido a sua adaptação ao clima e relevo, e a programas governamentais de incentivo fiscal para investimentos em plantios florestais, estas espécies apresentaram um desenvolvimento rápido, proporcionando assim um aumento na oferta de matéria prima, favorecendo o desenvolvimento do setor florestal.

Segundo dados da ABRAF (2012, p 26), em 2011, a área ocupada por plantios florestais de eucalipto e pinus no Brasil totalizaram 6.515.844 ha, sendo 25,2% aos plantios de pinus, totalizando 1.641.892 ha em 2011, valor 6,5% inferior ao registrado em 2010. Esse resultado corrobora a tendência de redução da área plantada de pinus em prol da substituição por plantios de eucalipto. Analisando o período 2005-2011, a redução da área ocupada por pinus foi de 189.593 ha

A produtividade dos plantios florestais precisa ser sustentável ou aumentada, devido aos altos investimentos iniciais de capital e recursos. As fábricas de papel e celulose e/ou serrarias são estabelecidas com a expectativa de obter matéria-prima suficiente originada de áreas próximas. Além dessas considerações econômicas e dos recursos, florestas plantadas devem ser exploradas sem causar impacto adverso ao meio ambiente (DEDECEK et al., 2007, p 508).

As florestas, em sua maioria, estão sendo estabelecido em solos pobres em nutrientes minerais, o que torna sua manutenção dependente dos ciclos geoquímico, bioquímico e biogeoquímico. Desse modo, os nutrientes no processo de ciclagem passam do meio biótico para o abiótico e vice-versa, sendo esse processo denominado de equilíbrio dinâmico. (SELLE, 2007, p 29).

Neste sentido, é de suma importância o conhecimento da qualidade nutricional do sitio florestal, sua capacidade de fornecer condições adequadas ao desenvolvimento da espécie, sendo uma fonte de reserva de nutrientes essenciais para o seu desenvolvimento.

2 JUSTIFICATIVA

A manutenção da produção florestal ou de qualquer outra cultura está intimamente ligada à disponibilidade e ao fluxo de nutrientes que ocorre no ecossistema. Isto terá uma influência direta em qualquer espécie que seja implantada.

Espécies florestais como pinus e eucalipto, se implantados em solo desbalanceado nutricionalmente, não conseguirão se adaptar e desenvolver de forma satisfatória.

Um dos fatores que afeta o fluxo de nutrientes no solo é o acúmulo de serapilheira, importante fonte para o aporte de nutrientes ao solo e as plantas. Ocorre pelo acúmulo de folhas, galhos, cascas, flores e outras partes das plantas sobre o solo, esta é responsável pela formação de um horizonte orgânico espesso, que pode acumular altas quantidades, de nutrientes.

À medida que a serapilheira vai se acumulando ao longo do tempo, eles também sofrem a ação de inúmeros fatores bióticos e abióticos que agem na decomposição das matérias e liberação de nutrientes.

Os nutrientes, ao estarem novamente disponíveis no solo, serão novamente absorvidos pelas plantas e/ou permanecem estocados no solo. Esta parte do estoque, somado à serapilheira e aos resíduos de colheita e do sub-bosque, representa uma quantidade elevada de nutrientes que pode ser responsável por boa parte da nutrição do povoamento futuro.

Tendo em vista isto, surge a necessidade de se compreender estas taxas de acúmulo de nutrientes no solo, buscando entender se a ciclagem de nutrientes ocorrida ao longo da rotação da floresta plantada é capaz de oferecer boas condições nutricionais para a manutenção da cultura, e servir de aporte para o plantio de um novo povoamento florestal.

Quanto maior a capacidade do sistema solo em retirar os nutrientes da serapilheira, menor será a necessidade de buscar formas externas de nutrição mineral, diminuindo assim custos e trabalhos de aplicação de nutrientes ao solo, aumentando assim os lucros da cultura.

3 HIPÓTESES

O acúmulo de nutrientes no solo como, (N, P, K, Ca, Mg, C; M.O CTC e pH) é afetado pelo manejo da floresta.

O sistema de colheita empregado na área afeta a capacidade do solo em acumular nutrientes.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade química do solo através da determinação dos estoques de nutrientes no solo, sob diferentes condições de manejo florestal aplicados, em um plantio de *Pinus taeda*, com 22 anos, no Sudoeste do Parana.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a) Determinar os teores de macronutrientes, do solo, após a colheita de *Pinus taeda* com 22 anos.
- b) Estimar a densidade do solo das áreas de estudo, como parâmetro de qualidade do solo e como balizador do cálculo dos estoques de nutrientes no mesmo;
- c) Determinar a quantidade de nutrientes estocados no solo, sob diferentes condições de manejo de colheita.
- d) Fazer inferências sobre a capacidade desse solo em, suportar o crescimento das árvores de uma nova rotação de *Pinus taeda*.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 ESPÉCIE

Pinus taeda é umas das 90 espécies do gênero, da família Pinaceae, tem como origem a região sudoeste dos Estados Unidos. Árvores de *P. taeda*, apesar de alcançarem, em média, 25 a 35 m de altura, podem atingir até cerca de 50 m. Em diâmetro à altura do peito (DAP), a média máxima está entre 90 e 120 cm, podendo alcançar 140 cm (HARTMAN, 1982 p,37).

O gênero pinus, passou a ser mais conhecido pela sociedade brasileira a partir dos anos 1960, quando extensas áreas começaram a serem plantadas com *P. elliotii* e *P. taeda*, nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (SHIMIZU; 2008, p 19).

A implantação destas espécies teve início devido a um programa governamental de incentivo fiscal para promover investimentos em plantações florestais, o Fiset – Fundo de Investimento Setorial, que vigorou no período de 1967 a 1989. Este programa visava principalmente substituir a madeira da *Araucaria angustifolia*, cujos povoamentos naturais caminhavam rapidamente para o fim.

P. taeda é uma das espécies mais plantadas nas regiões mais frias do planalto sulino do Brasil, pelo seu elevado incremento volumétrico, além de apresentar baixo teor de resina em sua madeira. A espécie é amplamente usada na Região Sul (EMBRAPA 1988 e 1989 p, 67).

Esta espécie pode ser plantada em regiões tropicais e subtropicais com altitudes entre 0 a 900 m, precipitação média anual entre 900 e 2200 mm com distribuição uniforme e duração da estação seca de 0 a 6 meses; temperatura média anual entre 14 e 24 °C e temperatura média do mês mais quente entre 20 e 35 °C, temperatura média do mês mais frio entre 1 e 18 °C. É tolerante a geadas, pode suportar períodos de alagamento do solo e déficit hídrico. (EMBRAPA 1986, p 96.).

A área plantada com pinus no Brasil (1.641.892 ha) está concentrada principalmente na região Sul do país (83,0%), devido às condições edafoclimáticas e à localização dos principais centros processadores desse tipo de madeira (ABRAF 2012 p, 40).

5.2 SOLOS

O solo, por sua vez, é a característica do ambiente que mais influencia o crescimento das plantas, as ofertas de nutrientes minerais e a qualidade dos produtos que são gerados. Entre os atributos do solo, aqueles relacionados aos aspectos físicos e químicos são os que efetivamente interferem qualitativamente e quantitativamente. (EMBRAPA 2005, p 12).

Ao se falar em qualidade do solo, muitos são os fatores envolvidos, tornando a avaliação muitas vezes complexa, mas de grande importância é uma ferramenta, para se ter uma noção a longo prazo da qualidade do solo.

De modo geral os solos mais usados no meio florestal são os Latossolos, as Areias Quartzosas e os Podzólicos. Segundo França (1980, p. 35) um solo ideal seria aquele que reunisse os seguintes requisitos: (I) profundidade efetiva suficiente para a expansão do sistema radicular das plantas, normalmente atingindo mais de 150 cm. (II) fertilidade relativamente alta, necessária para a obtenção de boas produções; ou terras possuindo características morfológicas, físicas e químicas que facilitem a correção de desequilíbrios de nutrientes. (III) boa capacidade de armazenamento de água em forma disponível às plantas. (IV) boa drenagem interna e/ou situação topográfica e característica do perfil que facilitem a remoção de excessos temporários de água, assegurando boa aeração. (V) baixa erodibilidade e/ou condições locais que permitam um controle eficiente da erosão; (VI) ambiente possuindo condições hídricas e térmicas adequadas para o crescimento e desenvolvimento das culturas sem maiores problemas quanto à proliferação de ervas daninhas, pragas e doenças de plantas.

Com isso surgem várias interpretações sobre o que é a qualidade do solo. Segundo Doran e Parkin (1994, p. 15), a qualidade do solo é tratada como a capacidade do solo funcionar dentro de limites dos ecossistemas para: I) sustentar a produtividade biológica; II) manter a qualidade ambiental, III) promover a saúde das plantas e animais.

5.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO

Os indicadores físicos assumem importância por estabelecerem relações fundamentais com os processos hidrológicos, Também tem ampla influencia na qualidade do solo.

A porosidade é uma destas características, é a fração volumétrica do solo ocupada por ar e/ou água, representando o espaço onde os processos vitais às plantas ocorrem (HILLEL, 1970, p. 231).

Esta característica é fortemente dependente do teor de matéria orgânica presente no solo. Seus valores são em média de 35 a 50 % para solos arenosos e de 40 a 60 % para solos argilosos (KIEHL, 1979, p. 262).

A porosidade terá influencia na densidade do solo, que é a relação entre a massa de solo seco em estufa (ms, kg, Mg) e o seu respectivo volume total (V, m³), ou seja, volume do solo incluindo os espaços ocupados pela água (Va) e pelo ar (Var). É considerada como indicador da qualidade física de um solo e amplamente utilizada para determinação de outras propriedades do mesmo, o resultado desta, nos permite avaliar a capacidade de drenagem, a porosidade, a condutividade hidráulica, a permeabilidade e a capacidade do solo para reter ar, nutrientes e água (REINERT et al., 2006, p. 49-134).

Os valores da densidade em solos sob floresta podem varia de 0,2 g cm³ em algumas camadas orgânicas até quase 1,9 g cm³ nas areias grossas (PRITCHETT, 1990, p. 634).

5.4 QUÍMICA DO SOLO

Os pinus de um modo geral, toleram solos ácidos, desenvolvendo-se bem em solos com pH próximo a 4,0, não sendo portanto um fator limitante ao seu desenvolvimento. Porém os valores de pH tem efeitos diretos e indiretos sobre a maioria dos nutrientes, interferindo na sua disponibilidade para as plantas. (VOGEL et al 2009, p. 323).

Segundo Kimmins (1987, p. 531), para que se possa aumentar a disponibilidade relativa dos macronutrientes como, nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre seria necessário elevar o pH ao valor 6,5. Já para o cálcio e o magnésio o

valor de pH deveria ser elevado a 7,0, isto devido que os valores de pH têm efeitos diretos e indiretos sobre a maioria dos nutrientes, afetando sua disponibilidade para os vegetais.

A ciclagem de nutrientes é um fator de grande importância para o gênero *Pinus*. O entendimento deste processo é importante para se avaliar o impacto e as implicações das ações de manejo na disponibilidade de nutrientes no solo e, conseqüentemente na produtividade futura dos povoamentos florestais, afetando os fluxos de entrada e de saída e armazenamento de nutrientes na serapilheira acumulada, (FERREIRA et al., 2001 p, 26).

A limitação na disponibilidade de nutrientes pode comprometer o desenvolvimento das espécies, uma vez que a presença de elemento como o N, P, K desempenham funções vitais como às relacionadas aos processos de assimilação de carbono e manutenção do status hídrico das plantas. A presença de N, especialmente, nas moléculas de clorofila e da proteína rubisco é essencial para o pleno funcionamento do aparato fotossintético. O P é o constituinte das moléculas de ATP que representam a principal forma de armazenamento de energia necessária ao metabolismo das plantas, enquanto o K esta envolvido nos processos de osmoregulação celular. (FERREIRA 2009, p. 17).

Segundo Poggiani (1980 p. 2), uma floresta não perturbada tende a apresenta uma grande estabilidade no seu sistema, os nutrientes que entram no ecossistema através da chuva e do intemperismo geológico estão em equilíbrio com os nutrientes perdidos para os rios. Já em florestas manejadas onde ocorre a saída de material, ocorre um desequilíbrio no sistema. O autor ainda compara esta situação, a um sistema de contabilidade onde existem entradas e saídas e no qual o solo exerce o papel de “caixa”.

A vegetação devolve nutrientes ao solo por meio da circulação de matéria, que é representada pela deposição de serapilheira, galhos grossos e troncos e pela morte de raízes, principalmente as finas. Outro modo de transferência de nutrientes da vegetação para o solo é pelas águas de precipitação interna da floresta e de escoamento pelos troncos (ARCOVA; CICCO, 1987 p. 37).

Dentre os meios de ganhos e perdas de nutrientes em um ecossistema florestal, destaca-se a precipitação por sua grande importância relativa (DANTAS, 1994 p. 27-36). A água da chuva atua segundo modos diversos e específicos nos processos de ganho de nutrientes: Ao incidir sobre as copas, ocorre uma lavagem

das mesmas com um escoamento pelo tronco, levando nutrientes novamente ao solo.

Outra fonte de nutrientes para as plantas se dá através do intemperismo. Este depende do tipo de rocha de origem e grau de envelhecimento do solo, pode ser uma importante fonte de nutrientes em ecossistemas florestais. Ao longo do tempo, pelo intemperismo, vão sendo liberados os nutrientes dos minerais do solo, principalmente naqueles mais novos com grande quantidade de minerais primários, sendo disponibilizados para a absorção pelas plantas e para a ciclagem dentro do ecossistema florestal. Em florestas, entre 80 e 100% do aporte de Ca, Mg, K e P é derivado do intemperismo de rochas. (HAAG, 1985 p. 210).

Além de atuar como fonte primária e reserva de nutrientes para as plantas, a matéria orgânica do solo pode ser usada como atributo indicador da degradação ou qualidade do mesmo, por ser sensível às mudanças de manejo, da cobertura e às perturbações do solo (CONCEIÇÃO et al., 2005 p. 780).

Segundo Matias et al., (2002), o que eleva a capacidade das florestas em propiciar o acúmulo do carbono orgânico em camadas mais profundas do solo é a intensa adição de resíduos no ecossistema florestal, que contribui para o maior teor de carbono na camada superficial e sub-superficial. Além disso, promove a liberação e conservação de parte deste no ciclo biogeoquímico em função do acúmulo de biomassa das plantas, o que dá importância primordial à floresta dentro da dinâmica do ciclo global do carbono em relação a outros agroecossistemas.

O processo de ciclagem de nutrientes é dividido em três formas: ciclo geoquímico (trocas de elementos minerais entre diferentes ecossistemas), ciclo bioquímico (translocação de nutrientes que se encontram armazenados em tecidos velhos para os tecidos novos, dentro da própria planta), e o ciclo biogeoquímico ou biológico (trocas químicas entre o solo e a planta) medido através da serapilheira (SCHUMACHER; BRUN, KÖNIG, 2004 p. 01).

Com o aumento da idade do pinus, a maior reserva de nutrientes móveis está limitada na biomassa da copa. No corte final, ocorre um processo de mudança súbita na ciclagem dos nutrientes e grande quantidade de matéria orgânica retorna ao solo. (MARTINS, 2011 p. 19)

5.5. MATÉRIA ORGÂNICA

A matéria orgânica possui uma grande influência sobre as propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas do solo. Segundo Tomé Jr (1997, p. 247) o teor de matéria orgânica oferece informações mais importantes do ponto de vista qualitativo do que quantitativo. Este teor de matéria orgânica do solo é resultado do balanço entre processos de adição e perda de matéria orgânica. O teor de MO sempre diminui com a profundidade do solo. Nas camadas superficiais (geralmente de 0 a 20 cm) os teores variam, mas abaixo de 20 cm de profundidade geralmente os teores são menores que 15 g MO dm³.

No sistema de recomendação, o teor de MOS é considerado nas recomendações de adubação nitrogenada, como também a expectativa de rendimento e a cultura anterior. O teor de MOS é dividido em três classes, sendo, < 2,5, 2,5-5,0 e 5,0% (CQFS, 2004 p. 49). Quanto maior o teor de MOS de um solo, menor a quantidade de fertilizantes nitrogenados a serem adicionado às culturas, considerando as culturas de interesse e de cobertura.

A composição média da matéria orgânica do solo é de, aproximadamente, 50% de carbono, 5% de nitrogênio, 0,5% de fósforo, 0,5% de enxofre, 39% de oxigênio e 5% de hidrogênio (relação peso/peso). Obviamente, esses valores variam significativamente de solo para solo e a o tipo de vegetação do local. (BARBER, 1984, p.143).

5.5.1 Capacidade de Troca de Cátions

A capacidade de troca de catiônica (CTC) é uma característica de grande relevância nos estudos sobre qualidade do solo. A CTC é a capacidade de reter íons na interface sólido/solução do solo. Esta propriedade, quando se trata da troca de cátions, é denominada capacidade de troca catiônica (CTC). Que é definida como sendo a quantidade de cátions que um solo é capaz de reter por unidade de peso ou volume. O conhecimento de sua magnitude é de grande relevância tanto do ponto de vista agrícola quanto ambiental (SAMBATTI et al., 2003, p. 257-264).

No setor florestal os valores de CTC são de grande importância, pois graças a ela que os solos retêm cátions como cálcio, magnésio, potássio e outros em menores quantidades, evitando que eles acompanhem a água de drenagem, ao mesmo tempo em que os mantêm em condições de disponibilidade para as plantas (RAIJ, 1991, p. 343).

Quanto maior a CTC de um determinado solo, maior o número de cátions que este solo pode reter. Logo a CTC é uma característica físico-química fundamental para o manejo da fertilidade do solo. A capacidade de troca de cátions pode ser afetada pelo tipo de argila e os

O equilíbrio entre as taxas de mineralização e imobilização pode ser bastante complexo. Este equilíbrio depende bastante da quantidade de carbono no resíduo e da relação entre carbono e nitrogênio, fósforo e enxofre. Entre essas, a que é mais utilizada é a relação C/N. Quando o resíduo é adicionado ao solo, o aumento da população microbiana é estimulado pelo aporte de energia e nutrientes que o resíduo representa. Com este aumento da população microbiana, a demanda por oxigênio, nutrientes, energia e carbono aumenta. Os tecidos microbianos possuem em média uma concentração de 5% de N, o que resulta em uma relação C/N entre 20 e 30.

É destes resíduos que possuem uma relação C/N entre 20 e 30, que sairá o nitrogênio necessário para reprodução microbiana, não havendo imobilização nem mineralização significativa no início do processo. Se a relação C/N for maior, significa que os microorganismos buscarão outras fontes de N para satisfazer a demanda, consumindo formas de nitrogênio que estão disponíveis para a planta, o que resulta em uma imobilização líquida e pode causar uma deficiência temporária de nitrogênio para as plantas. Se, por outro lado, a relação C/N for menor que 20 a 30, haverá um excesso de N no resíduo, que será mineralizado pelos microorganismos, permanecendo disponíveis para as plantas já num primeiro momento (SANTOS; CAMARGO, 1999 p. 493).

Segundo Reissmann (2002 p. 02), em um estudo feito no segundo planalto paranaense, o macronutriente potássio e o micronutriente zinco parecem ser os mais limitantes para o crescimento de *Pinus taeda*. Teores foliares de 1,8 g/kg de fósforo, 6 g/kg de potássio e 0,6 g/kg de magnésio se correlacionaram com as maiores alturas dominantes em árvores com 15 anos de idade nessa mesma região.

Os trabalhos que vem sendo realizados no Brasil concluem que o pinus, de uma forma geral, respondem menos à adubação que o eucalipto, mas que incrementos em volume podem chegar a 20% ou mais, em solos pobres. Melhores resultados foram obtidos com a aplicação de P, K, e de Ca + Mg na forma de calcário. Por vezes a aplicação de N tem se mostrado prejudicial ao desenvolvimento das árvores. (FERREIRA, et al., 2004 p. 01).

Segundo Ferreira et al. (2001, p. 10), as espécies *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* são consideradas de baixa exigência nutricional. Isto devido a sua rapidez no crescimento e ausência de sintomas de deficiências, particularmente nas primeiras rotações, condicionaram a idéia de que as plantações de pinus dispensariam a prática da fertilização mineral. Entretanto, diversos autores estudaram os fatores de solo e as suas relações com o estado nutricional e a produtividade dessas espécies, demonstrando estreita interdependência entre essas variáveis.

Para a realização correta do manejo de um povoamento florestal, é preciso ter o conhecimento do seu estado nutricional a cada ciclo, para isso é necessária a mensuração de todas as entradas e saídas de nutrientes neste ecossistema. (BARROS, NEVES e NOVAIS, 2000, p. 276).

Bizon (2005, p. 65), em um estudo com *Pinus taeda* com idade entre 19 a 29 anos na região Noroeste do Paraná e Sul de São Paulo, observou que nestas regiões os estoques de nutrientes solúveis, ate 100 cm de profundidade, estavam na media de 713 kg N/ha, 26 kg P/ha, 376 kg K/ha, 886 kg Ca/ha e 232 kg Mg/ha. Mostrando claramente que os solos possuem baixa fertilidade.

Segundo Silveira e Malavolta (2000 p. 2), os plantios de eucalipto concentram-se normalmente em solos de baixa fertilidade. A quantidade de potássio disponível nos primeiros 20 cm (15 a 50 kg ha¹) da maioria dos solos florestais é insuficiente para atender uma demanda média de K pelo eucalipto com idade de aproximadamente 8 anos (140 a 340 kg ha¹). Além disso, a eficiência da adubação potássica nesses solos é baixa, uma vez que apresentam significativa lixiviação, em razão de serem altamente intemperizados e por apresentarem textura arenosa, com baixa capacidade de troca catiônica.

Estudos vêm sendo realizados para tentar quantificar os teores de macro (g kg⁻¹) e micronutrientes (mg kg⁻¹) associados a altas produtividades de espécies florestais, para *E. grandis*: estes valores são: N = 21 a 23; P = 1,3 a 1,4; K = 9 a 10;

Ca = 5 a 6; Mg = 2,5 a 3; S = 1,5 a 2,5; B = 25 a 30; Cu = 7 a 10; Fe = 100 a 140; Mn = 300 a 400 e Zn = 12 a 17. (SILVEIRA e MALAVOLTA, 2000 p. 5),

VAN GOOR (1966 p. 354) afirma que o fator preponderante da fertilidade do solo que determina o crescimento do *Pinus elliottii* e da *A. angustifolia* é o teor de bases trocáveis, em particular, o teor de Ca, Mg. Para araucária, o autor considera como teor crítico, 1,5 mg por 100 g de solo, isto é possível de ser revertido com a aplicação de adubação.

A disponibilidade de K para as plantas é função das características químicas e mineralógicas do solo, razão porque há diferentes respostas nos diferentes grupos de solos. Assim solos argilosos, por exemplo, que têm maior CTC, podem receber adubações maiores de K que os solos arenosos, que têm baixa CTC. Como as reações que governam a disponibilidade são de sorção-dessorção, os grupos funcionais responsáveis pela carga no solo também exercem importante papel, demonstraram que a resposta das culturas ao K depende da relação entre o K extraído e a CTC do solo. Por este motivo, as recomendações adotaram três classes de CTC para interpretação dos teores de K no solo, em que os níveis de suficiência são, portanto, de 45, 60 e 90 mg dm⁻³, para solos com CTC < 5,0, entre 5,0 e 15,0 e >15,0 cmolc dm⁻³, respectivamente. (MARTINAZZO, 2006 p. 25).

No levantamento da fertilidade dos solos do Rio Grande do Sul, Rheinheimer et al., (2001 p. 32), destacam que até 60% das amostras apresentavam teores de K acima do nível de suficiência. Na região de solos mais argilosos o percentual foi próximo a 70%, atingindo até 85% se incluídos valores iguais ou maiores a 60 mg kg⁻¹.

Segundo Brandão e Lima (2002, p. 49), O pH é um importante indicador das condições química do solo, por possuir capacidade de interferir na disposição de vários elementos químicos essenciais ao desenvolvimento vegetal, favorecendo ou não suas liberações, descrevem que o pH quando em condições muito ácidas, isto é abaixo de 4,5, pode resultar em dissolução de alguns elementos como ferro, alumínio e manganês, em proporções tais que, podem tornar-se tóxicos, dificultando o desenvolvimento de algumas plantas.

Estes mesmos autores em um estudo avaliando a acidez de solos em área de vegetação de cerrado e floresta de pinus em Uberlândia- MG. Observaram que a solução do solo na área de pinus apresentou maior acidez que a solução do solo na área de Cerrado. O pH medido na solução do solo das áreas de pinus apresentou

valor médio de 4,4, valor bem mais ácido que o encontrado na solução do solo das áreas de Cerrado de 5,0. Esta maior acidez da solução do solo das áreas de pinus se deve a biomassa (serrapilheira) produzida pela floresta, que em seu processo de decomposição, produz compostos orgânicos mais ácidos.

Tendo em vista que o processo de formação do solo é muito lento, para que possamos ter um maior controle do seu comportamento, é imprescindível um monitoramento através de pesquisas de longo prazo, a fim de se afirmar ou não, se a forma de manejo de uma determinada espécie causa ou não modificações, e, se estas são drásticas ou não, no sítio onde esta se encontra estabelecida. Os plantios puros de florestas exóticas ou mesmo florestas nativas, oriundas de regeneração, com predomínio de uma única espécie, tendem a reduzir a fertilidade do solo mediante a colheita florestal (POGGIANI, 1985, p. 211 e SCHUMACHER, 1996, p. 83).

6. MATERIAL E MÉTODOS

6.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente foi desenvolvido no município de Quedas do Iguaçu, Paraná, nas coordenadas 52°54'39" W e 25° 27'22" S, em um povoamento de *Pinus taeda* com vinte dois anos de idade de propriedade da Empresa Araupel S.A.

A região na qual a ARAUPEL S/A. está situada enquadra-se no mapa fitogeográfico do Estado do Paraná como região de ocorrência natural da Floresta Estacional Semidecidual (RODERJAN et al. 1992 p. 3). Caracterizada por clima subtropical do tipo Cfa, segundo o sistema de Köppen, com a temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida, apresentando uma precipitação média anual fica entre 1800-2000 mm (CAVIGLIONE et al., 2000 p. 25). O relevo é suave-ondulado, com vertentes longas e altitude de 450 a 600 m acima do nível do mar. O tipo de solo é Latossolo Vermelho Distroférrico, com presença eventual de solos litólicos (EMBRAPA, 1999).

O plantio de *Pinus taeda* L, na área foi implantado no ano de 1990 seguindo espaçamento 3 m x 3 m. no ano de 1999 sofreu um desbaste sistemático na (quinta linha), em 2004 o segundo desbaste porem este realizado de forma seletiva.

6.2 COLETA DAS AMOSTRAS

Os tratamentos avaliados na área ficaram assim determinados:

T1- Área de colheita com passagem de máquinas (C P). (*harvester+forworder* (5ª linha)*, por duas ocasiões.

T2- Área de colheita sem passagem de máquinas (S P) (demais 4 linhas), ocorrendo apenas a queda de árvores no momento dos desbastes e colheita.

T3- Área de estaleiro (E), (beiras de estrada, local onde é empilhada a madeira colhida até ser carregada no caminhão).

T4- Área de mata nativa, (testemunha).

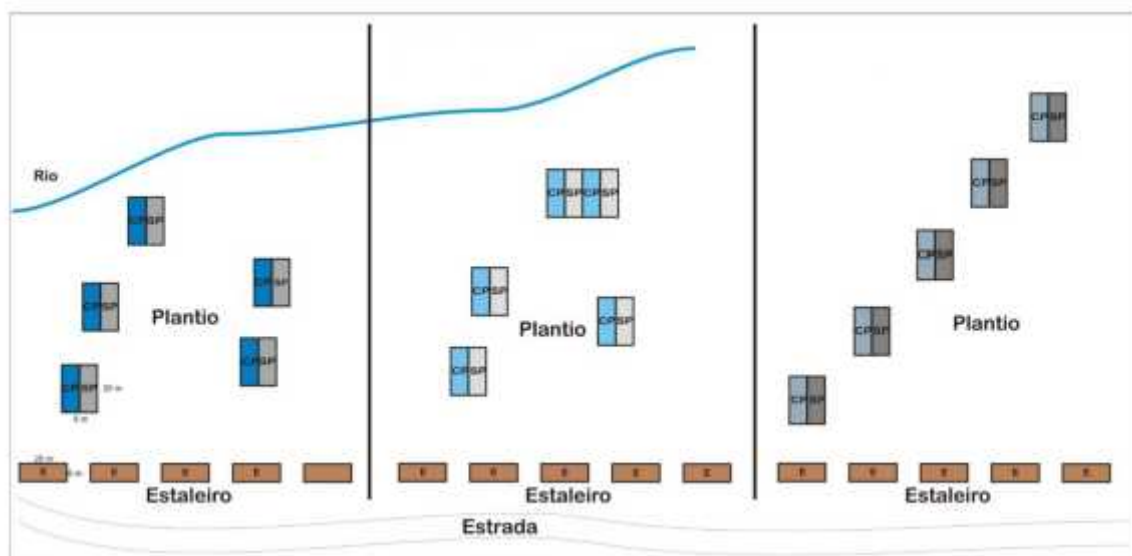


Figura 1- Croqui da distribuição dos tratamentos e repetições na área de estudo em plantio de *Pinus taeda* L. Em Quedas do Iguaçu.

Fonte: Adaptado de Szymczak, (2013)

* Nas áreas de 5ª linha houve a passagem do *harvester* (colhedor florestal) e *forworder* (carregador), durante a realização dos desbastes, aos 09 e 14 anos de idade, sendo sistemático na quinta linha de plantio e seletivo por baixo nas demais, ocasionando maior incidência de luz nessa área da 5ª linha e maior incidência de vegetação de sub-bosque, conseqüentemente condições diferentes de decomposição e liberação de nutrientes ao solo.



Figura 2- Imagem A e B mostrando a formação da área do estaleiro, imagem C, área após a colheita das árvores e D mostrando a floresta, antes da colheita.

Os tratamentos foram compostos em 5 parcelas, cada parcela composta por duas repetições, cada repetição com uma trincheira, onde foi realizada a coleta das amostras de solos nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm. Como ilustrado na figura 1.

Para o estudo, a abertura das trincheiras foi realizada com o auxílio de uma motocoveador, enchadas e pá de corte (Figura 2). cada trincheira foi aberta nas dimensões de 50 cm x 50 cm x 50cm, para facilitar a coleta das amostras de solo. Para a análise química, a coleta ocorreu com uso de espátula e a amostra foi acondicionada em sacos plásticos devidamente identificados, onde foram armazenadas as amostras de solo para posterior análise.

Para a determinação da densidade, a coleta de amostras se deu através do uso de anéis volumétricos, nas mesmas profundidades usadas para a coleta de amostras para análise química.



Figura 3- Coleta de solo e armazenamento em umas das trincheras.
Fonte: O Autor, (2013).

6.3 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DAS AMOSTRAS DE SOLO

6.3.1 Análise química

Após a coleta a campo todo o material foi levado ao Laboratório de silvicultura da UTFPR Câmpus Dois Vizinhos, onde as amostras foram passadas para sacos de papel e secas em estufa de circulação e renovação de ar, a 45°C, posteriormente foram moídas em moinho de martelo visando à análise química.

As análises químicas foram realizadas no laboratório de Análise de Solos e Plantas da UTFPR Câmpus Dois Vizinhos.

Os atributos químicos do solo analisados foram N total (g kg^{-1}), extraído por digestão sulfúrica, carbono orgânico (C.org/ g dm^{-3}) K^+ (cmolc dm^{-3}) extraídos pelo método Mehlich, Ca (cmol dm^{-3}) e Mg (cmolc dm^{-3}), Al (cmolc dm^{-3}), extraídos por KCl 1M, H+Al (cmolc dm^{-3}) por SMP, e pH em H_2O . As análises do nutriente P (g/ kg), foram realizadas pelo método de resina, proposto por Hedley et al., (1982, p 230).

Com base nestes dados foram calculados a CTC efetiva, os valores S, m% e MO (g kg^{-1}). A metodologia utilizada para a determinação destes atributos foi baseada em EMBRAPA (1997, p. 132).

6.3.2.1 Análise físicas.

Os dados de densidade utilizados no presente trabalho tiveram por base o estudo realizado por SZYMCZAK (2013, p. 29), na mesma área desse e com a mesma metodologia amostral.

Para a determinação de densidade, foram coletadas amostras com uso de anel volumétrico em 2 trincheiras (50 cm x 50 cm x 50 cm) por parcela, também foram coletadas amostras com estrutura alterada visando análise granulométrica e densidade de partículas. nas camadas de 0 a 5 cm; 5 a 10 cm; 10 a 20 cm e 20 a 30 cm. As amostras foram coletadas no centro da camada em cilindros com 6,0 cm de altura e 2,4 cm de diâmetro.

As amostras coletadas em anel volumétrico foram secas em estufa de circulação de ar a 103°C até peso constante. Pela relação volume do anel e peso seco do solo, foi obtida a densidade.

Tabela 1: Granulometria média e Densidade de Partículas (DP) para o Latossolo Vermelho Distroférrico nas profundidades avaliadas, em plantio de *Pinus taeda* L.

Prof. (cm)	Areia			Argila	Silte	Dp
	Total	Grossa	Fina			
g kg ⁻¹						
0-5	60,83	45,11	15,72	662,67	276,49	2,71
5—10	56,72	46,52	10,2	655,97	287,31	2,77
10—20	61,69	47,98	13,71	678,79	259,53	2,74
20—30	53,91	40,63	13,28	660,46	285,63	2,73
Média	58,3	45,1	13,2	667,3	277,2	2,7

Fonte: SZYMCZAK (2013, p. 29),

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, composto por 4 tratamentos. utilizando o teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. Para análise estatística dos dados, foi utilizado o software Assistat 7.6 Beta. Para determinação da CTC, M%, S, pH e relação C/N.

7 RESULTADOS E DISCUSÃO

7.1 DENSIDADE DO SOLO

Os maiores valores foram encontrados no tratamento estaleiro, embora a diferença entre os tratamentos tenha sido pequena, o tratamento CP apresentou menores valores nas três camadas de solo avaliado (Tabela 3). Isso pode ter ocorrido pelo pela estocagem da madeira em pilhas ser em um único local podendo favorecer a compactação do solo, embora o tratamento com passagem de máquinas de colheita e transporte de madeira tenha maior chance de sofrer compactação, o material vegetal que cobre o solo (galhos, acículas, restos de colheita, etc.), depositados formam uma camada de proteção para o solo, diminuindo o impacto da movimentação das máquinas no local.

Tabela 1- Valores médios da Densidade do Solo (DS) (Mg m^{-3}), efeitos principais e da interação dos fatores em um Latossolo Vermelho Distroférico sob plantio de *Pinus taeda* L. Na região sudoeste - PR.

Camadas (cm)	Densidade (Mg m^3)			Média
	CP	SP	E	
0-5	1,02	1,04	1,11	1,06
5-10	1,03	1,06	1,13	1,08
10-20	1,10	1,10	1,14	1,11

Onde: CP: Com Passagem; SP: Sem passagem; E: Estaleiro.

Os valores da densidade tendem a aumentar a medida de o solo vai ficando mais profundo, conforme Brady (1974, p. 639) a matéria orgânica é um fator que altera consideravelmente os valores da densidade à medida que os valores de matéria orgânica diminuem nas camadas mais profundas do solo a densidade tende a aumentar. Isso pode ser observado em todos os tratamentos, uma vez que a densidade apresentou aumento na camada 10-20 cm, os teores de matéria orgânica também diminuiram desses tratamentos ao longo das profundidades.

7.2. pH DO SOLO

Conforme a Comissão de Fertilidade do Solo-RS/SC (2004, p. 58), os níveis ideais de pH indicados para o pinus estão na faixa de 5,5. Segundo Tomé Jr (1997, pg 247), no solo, valores de pH abaixo de 4,5 ou acima de 7,5 restringem o crescimento das plantas, pois estes valores indicam a existência de várias condições desfavoráveis às plantas, como pobreza de Ca e Mg, altos teores de alumínio, alta fixação de P (no primeiro caso) e deficiência de micronutrientes e/ou excesso de sais (no segundo caso).

Ao se observar os valores de pH encontrados na área de estudo percebe-se que os valores estão abaixo dos valores encontrados na literatura (pH em água 5- muito baixo), esse fato pode estar correlacionado ao fato que em geral solos sob florestas, a liberação de nutrientes pela serapilheira acumulada e o contato direto com o material orgânico, podem causar uma maior concentração de húmus e aumentar a acidificação do solo, um leve aumento no teor de pH, foi observado no tratamento mata nativa em todas as profundidades analisadas, que pode ser explicado pela diversidade de material vegetal encontrado, em um ambiente que não sofreu interferência ou perturbação, a quantidade e liberação de nutrientes ocorre de maneira equilibrada. Não foram observadas diferenças na variação dos valores de pH para as diferentes camadas do solo analisadas.

Segundo Raij (1991, p. 343), é possível ocorrer valores de pH baixos como os encontrados neste trabalho, segundo ele a faixa de variação do pH dos solos é ampla podendo-se encontrar valores menores de 3 até maiores de 10. Este mesmo autor afirma que a condição mais apropriada para a maioria das culturas é a faixa de reação que vai de solos ligeiramente ácidos a ligeiramente alcalinos.

Conforme Brady (1989, p. 639) em solos com valores de pH abaixo de 5,0, que é o caso deste estudo, alumínio, ferro e manganês podem atuar como tóxicos no crescimento vegetal. Com valores muito elevados de pH, o íon bicarbonato poderá produzir influência negativa semelhante em certas plantas. Em geral as espécies de pinus tem uma maior capacidade de se desenvolver em solos com baixos índices de pH. Conforme Gonçalves et al. (1997, p. 96) o valor de pH dos solos utilizados para o plantio de pinus e eucalipto no Brasil, pode variar de 3,8 a

5,5, isso pode explicar como o pinus se desenvolveu neste solo com um pH tão baixo.

Mesmo, sabendo-se que o pinus tem capacidade de se desenvolver em solos acidificados, valores muito baixos pode comprometer a disponibilidade de outros nutrientes pelas plantas, podendo causar limitações ao seu crescimento e desenvolvimento.

Segundo Kimmins (1987, p. 531), para que se possa aumentar a disponibilidade relativa dos macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre seria necessário elevar o pH ao valor 6,5. Já para o cálcio e o magnésio o valor de pH deveria ser elevado a 7,0.

Tabela 3 Valores de pH em H₂O referentes aos tratamentos avaliados em um Latossolo VermelhoDistroférrico sob plantio de *Pinus taeda* L. Na região sudoeste - PR.

Camadas (cm)	pH H ₂ O			
	CP	SP	E	Média
0-5	3,86	3,5	4,26	4,56
5-10	3,76	3,57	4,17	4,6
10-20	4,12	3,42	4,26	4,4

7.3 NITROGÊNIO DO SOLO

Conforme Gonçalves (1995, p. 5) os teores de N ideais para implantação da cultura de pinus variam entre 11- 16 (g/ kg). Estes seriam valores capazes de proporcionar uma maximização na produção para a espécie.

Levando em consideração tal informação e analisando os dados da Tabela 5, verifica-se que, em todos os tratamentos os níveis de N estão abaixo dos esperados para a cultura de pinus, caso não haja uma adição de N nessa área o desenvolvimento do próximo plantio pode estar comprometido.

A profundidade de 0-5 cm apresentou diferença significativa para os tratamentos, com um valor de 2,79 g/ kg⁻¹ o tratamento estaleiro foi o que apresentou maior teor do nutriente, embora não tenha havido diferença significativa entre os tratamentos, mata nativa e sem passagem, o menor valor de N foi observado no tratamento CP com 2,03 g/ kg, uma diferença de 16% em relação ao estaleiro que apresentou o maior valor. Mostra-se com isso, que houve influencia do manejo da colheita nos teores de N do solo.

Em todos os tratamentos, ocorre uma redução no teor de N nas camadas mais profundas do solo. Segundo Mello et al. (1983), a distribuição do N no perfil de solo esta relacionado com a distribuição da matéria orgânica, pois a maior parte deste se acha como componente da mesma. E como observado na tabela 6, o teor de MO também diminui nas camadas mais profundas do solo.

Baixos teores de N no solo em um cultivo de pinus podem causar sintomas como clorose uniforme das acículas, com tons amarelados, senescência precoce das acículas, causando a queda das mesmas, acículas menores, redução de crescimento e produção de sementes.

Tabela 2- Valores médios de Nitrogênio g k⁻¹, nos tratamentos avaliados em um LatossoloVermelho Distroférrico sob plantio de *Pinus taeda* L. Na região sudoeste - PR.

		Profundidade (cm)		
		0-5	5-10	10-20
N g kg ⁻¹	Com passagem	2,03 b	2,08 a	1,75 a
	Sem passagem	2,09 ab	2,04 a	1,58 a
	Estaleiro	2,79 a	1,89 a	1,79 a
	Nativa	2,61 ab	1,80 a	1,87 a
	Média	2,57	2,82	1,60

* médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

7.4 POTÁSSIO DO SOLO

De acordo com Raij (1991), o elemento potássio é muito abundante em rochas e solos. Seus teores totais, em solos bem supridos, podem superar 1%. O potássio também pode apresenta em geral alta solubilidade e, assim, os teores de K⁺ na solução do solo podem atingir concentrações bastante elevadas. Isso faz com que o potássio tenha uma mobilidade bem maior, se comparado ao fósforo, permitindo assim um esgotamento mais fácil por parte das plantas.

Conforme este mesmo autor nos solos do sul do Brasil, considerados intemperizados, pode ocorrer um aproveitamento de potássio não trocável pelas plantas. Tendo como base para isso o fato de que em solos com menos intempérie e em camadas mais profundas do que a arável (20 cm), haja maior probabilidade de formas não trocáveis tornarem-se aproveitáveis pelas plantas.

Segundo a Comissão de Fertilidade do Solo-RS/SC (2004, p. 51), devido a resposta das culturas à adubação potássica as faixas de interpretação de

interpretação deste nutriente no solo, estão relacionadas com a CTC a pH 7,0. Com isso foram estabelecidos três teores críticos: 45, 60 e 90 mg/dm³, para solos com CTC_{pH 7,0} ≤ 5,0, entre 5,1 e 15,0 e > 15,0 cmol/dm³, respectivamente.

Com base nisto, todos os valores de K da tabela 6 são considerados muito baixos. Os maiores valores foram encontrados na mata nativa. Em todos os tratamentos os valores de K diminuíram à medida que o solo foi ficando mais profundo, no tratamento CP essa diferença em relação a camada 0-5 e 10-20 chegou a 52 %.

Como os níveis de K se mostraram baixos em todos os tratamentos não se pode dizer que as diferentes etapas do manejo da floresta tenham influencia direta nos teores de K disponíveis no solo.

Segundo Schumacher et. al (2005, p. 18), os principais fatores que afetam a disponibilidade de potássio nos solos são o efeito do teor de água e a relação do potássio com o cálcio e o magnésio. Em períodos muito secos, pode ocorrer uma redução da absorção de potássio, devido ao mecanismo da difusão que é dificultado pela baixa quantidade de água no solo.

Tabela 3- Valores médios de Potássio Cmol_c dm⁻³, nos tratamentos avaliados em um Latossolo Vermelho Distroférrico sob plantio de *Pinus taeda* L. Na região sudoeste- PR

		Profundidade (cm)		
		0-5	5-10 cm	10-20 cm
K Cmol _c dm ⁻³	Com passagem	0,119 b	0,082 b	0,057 b
	Sem passagem	0,138 ab	0,081 b	0,041 b
	Estaleiro	0,087 b	0,097 b	0,066 b
	Nativa	0,193 a	0,213 a	0,061 a
	Média	0,133	0,092	0,057

* médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

7.5. FÓSFORO DO SOLO

Ao analisar os valores de P presentes na área de estudo (Tabela 7), é possível observar que houve diferença estatística apenas na profundidade 0-5 cm, onde o tratamento mata nativa apresentou os menores teores. Os demais tratamentos mesmo havendo uma diferença de valores se mostraram

estatisticamente iguais. Segundo a Comissão de Fertilidade do Solo-RS/SC (2004, p. 51), os teores de P extraídos por resina são considerados muito baixo < 5,0, baixos 5,1 – 10,0, médio 10-1 – 20,0, alto 20,1 – 40,0 e muito alto > 40,0.

Analisando os valores da tabela 7, todos os valores da mata nativa podem ser considerados baixos, com o menor teor na camada de 5-10, o tratamento SP na camada de 0-5 foi o que apresentou os maiores valores com 25,5 mg kg⁻¹, o que representa uma diferença de cerca de 67% em relação a mata nativa, este valor é também o único que pode ser considerado como sendo alto. Os demais valores da camada 0-5 e 5-10 do CP, SP e estaleiro apresentaram teores considerados médios, com uma diferença entre o CP e SP para com o estaleiro de 38% nos teores de P. percebeu-se também que para estes três tratamentos houve uma redução nos teores de P a medida que o solo foi se aprofundando, a maior diferença ocorreu no tratamento SP comparando a camada 0-5 com a 10-20 houve uma diminuição de 73% nos teores de P.

Esta redução nos teores de P pode ser causada pelo fato de que o fósforo é um elemento pouco móvel no solo, portanto, dificilmente se observa os efeitos da aplicação ou presença desse nutriente nas camadas mais profundas. Em um trabalho realizado por Moreira e Malavolta (2004, p. 1106), em uma floresta primária na região Amazônica, encontraram valores de P de 9,8 (mg dm⁻³), teores semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Tabela 4: Teores de Fósforo, determinados pelo método de resina, sobre diferentes tratamentos, em um Latossolo Vermelho Distroférico sob plantio de *Pinus taeda* L com idade de 22 anos. Na região sudoeste- PR.

		Profundidade (cm)		
		0-5	5-10	10-20
P (mg/kg)	Com passagem	15,1 ab	17,3 a	5,4 a
	Sem passagem	25,5 a	17,3 ^a	6,9 ^a
	Estaleiro	16,3 ab	10,7 a	7,1 ^a
	Nativa	8,2 b	6,7 a	8,8 a
	Média	16,3	13	7

* médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

7.6 MATÉRIA ORGÂNICA

A matéria orgânica tem um papel muito importante no solo, podendo afetar diretamente propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, a variação do teor da mesma pode afetar a CTC, o pH, e pode ser uma fonte de liberação gradual de ligados aos seus compostos como nitrogênio, fósforo e enxofre (Reichert 2009, p. 118).

Conforme dados da Tabela 8, os valores de matéria orgânica apresentaram diferença estatística apenas na camada de 0-5 cm, onde o tratamento SP apresentou os menores teores de carbono em (g kg^{-1}). No estaleiro e na mata nativa os teores encontrados foram superiores aos demais tratamentos, embora o tratamento com passagem não se difere estatisticamente dos mesmos. Mesmo com maior quantidade de serapilheira acumulada na camada superior do solo 0-5 cm nos tratamentos CP, SP e estaleiro, os teores de carbono são menores em números absolutos, isso pode ocorrer devido a pequena superfície específica externa das acículas e da alta relação C/N desses resíduos, influenciando diretamente na decomposição da MO e na liberação de nutrientes para o solo. O tratamento que apresentou maior teor de MO foi a mata nativa com $38,3 \text{ g/kg}^{-1}$, fato que se repetiu nas demais profundidades porém não havendo diferença estatística entre os tratamentos.

É possível observar que os teores de MO em todos os tratamentos tende a diminuir na medida em que o solo fica mais profundo. Ribeiro (2013, p. 34), em área experimental com diferentes espécies de Eucalipto no município de Dois Vizinhos encontrou teores um pouco abaixo na faixa de 22 g/kg de MO para a camada 0-5 cm e 17 g/kg MO para a camada 10-20 cm, apresentando uma redução dos teores de MO em camadas mais profundas do solo.

Tabela 5- Teores de Matéria Orgânica, em um Latossolo Vermelho Distroférico sob plantio de *Pinus taeda* L com idade de 22 anos. Na região sudoeste- PR.

		Profundidade (cm)		
		0-5	5-10	10-20
MO g kg^{-1}	Com passagem	28,9 ab	25,3 a	20,5 a
	Sem passagem	24,4 b	24,7 a	23,0 a
	Estaleiro	25,8 a	21,0 a	18,9 a
	Nativa	38,3 a	25,6 a	24,3 a

* médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

7.7. RELAÇÃO C/N

Segundo Mello et al. (1983, p. 234), a relação C/N da maioria dos solos esta na faixa entre 10 e 12, podendo ser maior ou menor, dependendo do estado de decomposição da matéria orgânica do solo.

Mello et al. (1983, p. 235), apresentaram uma tabela de interpretação da relação C/N, onde valores abaixo de 12 são considerados estreitos, entre 13 e 20 médios e acima de 20 são considerados de relação alta.

Tomando como base estes valores os dados da tabela 9, podem ser todos considerados baixos, isto provavelmente em virtude dos valores de C estarem baixos, o menos valor encontrado foi no estaleiro com 5,18, e a maior relação C/N foi encontrada na mata nativa na profundidade 5-10 com 9.59, com uma diferença de 46%.

Scumacher et al (2005, p. 25), em área de *Pinus taeda* em Cambara do sul, encontraram valores de C/N na faixa de 11, bem acima dos encontrados neste trabalho.

Tabela 6- Valores referentes a relação C/N , em um Latossolo Vermelho Distroférico sob plantio de *Pinus taeda* L com idade de 22 anos. Na região sudoeste - PR.

		Profundidade (cm)		
		0-5	5--10	10--20
C/N	CP	8.50	6.87	6.78
	SP	7.02	6.72	8.03
	Estaleiro	5.18	7.28	6.25
	Nativa	9.39	9.59	8.17

7.8 CÁLCIO, MAGNÉSIO E ALUMÍNIO DO SOLO

Na tabela 10 é possível observar os teores de Ca, nos diferentes tratamentos sobre e em diferentes profundidades, observa-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos CP e SP, fato que se repetiu nas outras duas

camadas de solo estudadas, estes dois tratamentos são os que contem o plantio de pinus, os valores observados nestas camadas são muito abaixo dos recomendados. Segundo a Comissão de Fertilidade do Solo-RS/SC (2004, p. 51), os teores de Ca ideais devem estar acima de $2,0 \text{ cmol dm}^{-3}$. Nesse contexto, todos os tratamentos apresentam teores abaixo dos recomendados.

Segundo Gonçalves (1995, p. 8), solos que comportam plantios florestais, ocorrem diminuição nos teores de Ca nas camadas mais superficiais, pois quando o abastecimento com cálcio é alto ocorre uma elevada atividade biológica e esta resulta numa condução da água das camadas superiores para as inferiores. Na comparação entre o tratamento CP e o tratamento mata nativa pode-se observar uma grande diferença nos teores de Ca principalmente nas camadas 0-5 cm e 5-10 cm onde os teores de Ca da mata nativa foram aproximadamente 260% maiores, valores parecidos na camada 5-10 cm.

Foi visível a diferença dos teores de Ca, onde não havia a presença de arvores de pinus, tanto no estaleiro como na mata nativa apresentou valores maiores em todas as camadas de solo, observou-se também que o tratamento SP que teve a retirada das arvores de pinus durante o desbaste que ocorreu no 13º ano, um pequeno aumento nos teores de cálcio.

Tabela 7: Teores de Ca, Mg e Al, em um Latossolo Vermelho Distroférico sob plantio de *Pinus taeda* L com idade de 22 anos. Na região sudoeste - PR.

		Profundidade (cm)		
		0-5	5-10	10-20
Ca $\text{Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$	Com passagem	0,67 b	0,41 b	1,06 a
	Sem passagem	0,75 b	0,51 b	0,77 a
	Estaleiro	1,23 ab	1,18 a	1,20 a
	Nativa	1,75 a	1,27 a	1,26 a
Mg $\text{Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$	Com passagem	1,54 a	1,13 a	0,93 b
	Sem passagem	1,52 a	0,91 a	1,7 a
	Estaleiro	1,88 a	1,08 a	1,37 ab
	Nativa	1,13 a	1,34 a	1,54 ab
Al $\text{Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$	Com passagem	9,12 a	8,80 a	8,55 a
	Sem passagem	9,00 a	8,25 ab	8,07 a
	Estaleiro	8,28 a	6,97 bc	5,70 b
	Nativa	5,57 b	5,44 c	5,57 b

* médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

Em relação aos teores de Mg não se observou diferença estatística entre os tratamentos nas camadas 0-5 cm e 5-10 cm, apenas na camada 10-20 cm

observou-se uma variação destes valores apresentando o tratamento SP os maiores valores de Mg, e o tratamento CP os menores valores, no estaleiro e mata nativa os valores não se diferenciaram estatisticamente dos demais.

Conforme a Comissão de Fertilidade do Solo-RS/SC (2004, p. 241), teores de magnésio na faixa $> 0,5 \text{ cmolc dm}^{-3}$ são baixos, de $0,6 - 1,0$ são médios e acima de $1,0$ são considerados altos. Desta forma, apenas os teores na camada 5-10 cm do tratamento SP e a camada 10-20 cm do CP são considerados como valores médios de Mg, o restante em todos os tratamentos e até a profundidade de 20 cm os valores de Mg são altos. Mostrando com isso que não há necessidade de reposição deste elemento para uma futura rotação de pinus na área, a ciclagem por si só é responsável por suprir a demanda do elemento as plantas e manter um alto teor de Mg de reserva no solo.

Ao se analisar o teor de Al presentes na tabela 11, percebe-se que o tratamento mata nativa se diferenciou dos demais apresentando valores mais baixos de Al, isso se repetiu nas três camadas analisadas, nas camadas 5-10 cm e 10-20 cm o tratamento estaleiro não apresentou diferenças estatísticas para com a mata nativa. Estes altos valores de Al estão ligados aos valores de pH apresentados na tabela 4, quanto maior o teor de Al no solo possivelmente, mais baixo será o pH e mais acidificado será o solo.

Segundo Rajj (1991, p. 343), o alumínio é causa da acidez excessiva de solos, sendo este um dos responsáveis pelos efeitos desfavoráveis da acidez dos solos sobre os vegetais por ser um elemento fitotóxico, podendo causar problemas ao sistema radicular, reduzindo à absorção e translocação de fósforo, cálcio e magnésio a planta, conseqüentemente afetando produtividade da cultura.

7.9 A CTC, S, M%, DO SOLO

Segundo a Comissão de Fertilidade do Solo-RS/SC (2004, p. 50), os valores de CTC são interpretados como, baixos $< 5,0$, médios $5,1 - 15,0$ e alto >15 , observando os valores da tabela 10 nota-se que todos os tratamentos encontram-se com níveis médios de CTC, Quanto maior o valor da CTC de um determinado solo,

maior será a capacidade de retenção de cátions destes solo. Logo a CTC é uma característica físico-química fundamental para o manejo da fertilidade do solo.

Os fatores capazes de afetar a capacidade de troca de cátions podem ser o tipo de argila e os teores de matéria orgânica, superfície específica e pH dos solos, (Schumacher et al 2005, p. 23).

Em um trabalho realizado na região de Cambará do Sul, RS, em um plantio de *Pinus taeda*, Scumacher et al (2005, p. 23), encontraram valores de CTC muito próximos, aos deste trabalho, com valores variando de 10 a 8,4 (cmol_c/L), não havendo diferença estatística entre as profundidades do solo.

Através do calculo da percentagem de saturação de alumínio (m%), pode-se saber quantos por cento da CTC efetiva estão ocupados por Al trocável ou acidez trocável, o que expressa a toxidez do alumínio (Al). Quanto mais ácido é um solo, maior é o teor de alumínio trocável e menores os teores de bases, menor a soma de bases e maior a percentagem de saturação de alumínio. Os prejuízos para as plantas, neste caso, são significativos.

O valor de m% é classificado como muito baixo quando m for menor que 1%, baixo entre 1 a 10 %, médio entre 10,1 a 20% e alto m maior que 20%. Fertilidade do Solo-RS/SC (2004, p. 231).

Seguindo estes parâmetros os dados da tabela 12, todos os tratamentos apresentam teores são considerados alto, fato este devido a grande quantidade de alumínio presente no solo, e quanto mais ácido for este solo maior será o teor de alumínio trocável, com isso os teores de bases também diminuirão, com um teor de soma de bases menor terá uma percentagem de saturação de alumínio maior. Podendo causar sérios prejuízos para as plantas.

Tabela 8- Valores de CTC (cmol/dm³), calculados através dos teores de K, Ca, Mg e Al. Nos diferentes tratamentos e profundidades em um Latossolo Vermelho Distroférico sob plantio de Pinus taeda L com idade de 22 anos.

		Profundidade (cm)		
		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
CTC efetiva	CP	11.45	10.44	10.6
	SP	11.52	10.48	11
	Estaleiro	11.47	9.3	9.7
	Nativa	8.64	8.4	8.43
		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
S %	CP	2.33	1.64	2.05
	SP	2.52	2.23	2.93
	E	3.19	2.33	4
	N	3.07	2.96	2.86
		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
M %	CP	79.65	84.29	80.66
	SP	78.13	78.72	73.36
	Estaleiro	72.19	74.95	58.76
	Nativa	64.47	64.76	66.05

Onde: S% é o Valor de Bases Trocáveis. M% é Percentagem de saturação por Al.

8.CONCLUSÃO

A realização dos diferentes manejos florestais na área de estudo, não apresentou influencia sobre os teores de macronutrientes no solo.

O estudo mostrou que a área apresenta baixos teores de pH, e altos teores de Al, fato que pode causar as plantas uma situação de fitotóxicidade, danificando o sistema radicular, e com isso reduzir a absorção e translocação de fósforo, cálcio e magnésio a planta, comprometendo a produtividade da cultura.

Dos elementos NPK que são os mais importantes para o desenvolvimento da cultura, apenas o P encontra-se em níveis indicados. Antes de se implantar uma cultura nesta área é necessário que se faça uma correção destes

Com a determinação dos teores de macronutrientes na área de estudo, pode-se observar que a implantação de um novo reflorestamento de pinus na área na forma como o solo se apresenta pode ser inviável, a cultura não terá um suporte nutricional para alcançar o seu Máximo desenvolvimento.

Com isto é necessário que ocorra uma correção do solo, buscando elevar o pH para valores entre 5,0 e 5,5, reduzir os teores de Al, e elevar os demais macronutrientes a valores recomendados a cultura, com isto será possível a implantação da próxima rotação de pinus.

REFERÊNCIAS

ABRAF - Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico da ABRAF 2012 - Ano Base 2011**. Versão eletrônica disponível em: www.abraflor.org.br. Acessado em 02/03/2013.

ARCOVA, FRANCISCO. CARLOS. SORIANO.; CICCIO, V. Fluxo de nutrientes através da precipitação interna e escoamento pelo tronco em floresta, natural secundária no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha - SP. Bol. Técn. IF. São Paulo, v. 41, n. 1, p. 37 – 58, mar. 1987.

BARROS, NAIARAN ,FÉLIX. ; NOVAIS, ROBERTO,FERREIRA.; Recomendação de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto. In Gonçalves, J,L,M; BENEDETTI, V, **Nutrição e fertilização florestal**, Piracicaba: IPEF, 200, p, 270-286.

BRADY, N. C. The Nature and Properties of Soils. 8. ed. New York: Macmillan Publishing Co., 1974. 639p.

Brandão, Sélis Luiz, Lima, Samuel do Carmo. pH E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SOLUÇÃO DO SOLO, EM ÁREAS DE PINUS E CERRADO NA CHAPADA, EM UBERLÂNDIA (MG). **Caminhos de Geografia** 3(6), Jun/2002 p 46.

BIZON, José Márcio Cossi. **Avaliação da sustentabilidade nutricional de plantios de *Pinus taeda* L. usando um balanço de entrada – saída de nutrientes**. 2005. 95 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

CAVIGLIONE, João H.; KIIHL, Laura R. B.; CARAMORI, Paulo H.; OLIVEIRA, Dalziza. Cartas climáticas do Paraná. Londrina: IAPAR, 2000. CD.

CONCEIÇÃO, PAULO. CESAR.; 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, p.777-788, 2005.

DANTAS, M.; PHILLIPSON, J. Litterfall and litter nutrient content in primary and secondary Amazonian “terra firme” rain forest. Journal of Tropical Ecology, v.5, n.1, p.27-36, 1994.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B.; Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.K.; CELEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Ed.). defining soil quality for sustainable environment. Madison: Soil Science Society of Smerica, 1994. P 3-21.

EMBRAPA. Critério para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro, 1988. 67 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (Colombo, PR). **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná**. Curitiba, 1986. 89p. (EMBRAPA-CNPF. Documentos, 17).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro, 1999. p412.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro, 2005. 306 p.

FERREIRA, Carlos A.; SILVA, Helton .D. da; BELLOTE, Antonio .F.J.; MARQUES, R. Nutrição de Pinus no sul do Brasil, diagnóstico e prioridade de pesquisa. **Documentos Embrapa Florestas**. Colombo, 2001. P.23. 60.

FERREIRA, Carlos A.; Silva, Helton D. da; Bellote, Antonio F. J; Dedecek ,Renato; Andrade , Guilherme de C; Ferrara, Marcio P.. Pesquisa sobre nutrição de pinus no sul do Brasil. **Revista da Madeira**,v.14, n.83, 2004. Versão eletrônica disponível em: [http //www.remade.com.br](http://www.remade.com.br). Acessado em 03/02/2013.

FERREIRA, MARCIEL JOSÉ. **CRESCIMENTO, ESTADO NUTRICIONAL E CARACTERÍSTICAS FOTOSSINTÉTICAS DE *Bertholletia excelsa* SOBE TRATAMENTO DE ADUBAÇÃO EM ÁREA DEGRADADA NA AMAZÔNIA CENTRAL**, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA- INPA. AMAZÔNIA, 2009 p 17.

FRANÇA, GONÇALO. - Interpretação de levantamento de solos para fins conservacionistas. Piracicaba, ESALQ, 1980. 35p.

GONÇALVES, JOSÉ. LEONARDO. MORAIS.; BARROS, NAIRAN. FELIX.; MAMBIAR, E. K. S.; NOVAIS, ROBERTO FERREIRA. F. Soiland Stand Management for Short-rotation Plantations. In: NAMBIAR, E. K. S. & BROWN, A. G. **Management of Soil, Nutrients and Water in Tropical Plantation Forests**. ACIAR Monograph, n. 43, 1997. 571 p.
HAAG, H.P. **Nutrição mineral de eucalyptus, pinus, araucária e gmelia no Brasil**. Campinas, Fundação Cargill, 1986, 210p.

HILLEL, DOUGLAS. Solo e água: fenômenos e princípios físicos. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1970. 231 p.

HARTMAN, K. A. National register of big trees. **American Forests**, v.88, n. 4 p.17-31/34-48, 1982.

KIEHL, Jorge. De castro. **Manual de edafologia**. São Paulo: Editora Ceres, 1979. 262 p.

MANUAL DE ADUBAÇÃO E CALAGEM, Para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo-Núcleo Regional Sul. Porto Alegre 2004.

MARTINAZZO, Rosane. DIAGNÓSTICO DA FERTILIDADE DE SOLOS EM ÁREAS SOBPLANTIO DIRETO CONSOLIDADO. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS). 2006.

MARTINS, IARA LANG. **ANÁLISE NUTRICIONAL DO P EM UM POVOAMENTO DE *Pinus taeda* L. SUBMETIDO A UM ENSAIO DE OMISSÃO DE NUTRIENTES.** CURITIBA, 2011.

MELLO, F. A. F.; SOBRINHO, BRASIL.; et al. **Fertilidade do solo.**4.ed. São Paulo: Nobel, 1983.

POGGIANI, FÁBIO, FLORESTAS PARA FINS ENERGÉTICOS E CICLAGEM DE NUTRIENTES, Série Técnica IPEF, Piracicaba, v.1, n.2, p. D.1 –11, Jul.1980.

RAIJ, Van. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: Ceres, Potafos, 1991. 343 p.

PRITCHETT, W. L. **Suelos forestales:** Propiedades, conservación y mejoramiento. México: John Wiley, 1990. 634 p.

REISSMANN, Carlos. Bruno. Exigências nutricionais nos plantios de Pinus. **Revista da Madeira**, Ed. Especial: Pinus, uma alternativa de mercado. Curitiba, v. 12, n. 68, dez., 2002. Disponível em [http //www.remade.com.br](http://www.remade.com.br). Acessado em 07/03/2013.

RHEINHEIMER, DANILO. SANTOS; GATIBONI, L.C.; KAMISNKI, J. et al. Acidez do solo e consumo potencial de calcário no Estado Bueno, A. da C. e S. & Lemos, C.A.S. Revista da FZVA. Uruguaiana, v.13, n.1, p. 41-51. 2006 48 do Rio Grande do Sul. Santa Maria-RS, Departamento de Solos, UFSM. Boletim Técnico, nº1. 32p. 2001.

REINERT, DALVAN. JOSÉ. Coluna de areia para medir a retenção de água no solo protótipoteste. Ciência Rural, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1931-1935. nov./dez. 2006.

Ribeiro, Raquel Rossi. Status nutricional de diferentes materiais genéticos de Eucalyptus sp. plantados em Dois Vizinhos-PR / Raquel Rossi Ribeiro – Dois Vizinhos :[s.n], 2013. 49f.:II

RODERJAN, CARLOS. VELLOSO; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F. As regiões fitogeográficas do Estado do Paraná. Acta Forestalia Brasiliensis, v. 1, n. 19, p. 3, 1992.

SAMBATTI, JOSÉ. ALEXANDRE; SOUZA JUNIOR, IVAN. GRANEMANN.; COSTA, A. C. S.; TORMENA, C. A. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos da formação Caiuá: noroeste do estado do Paraná. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 27, n.2, p.257-264, 2003.

SANTOS, GABRIEL . ARAUJO.; GAMARGO, FLAVIO. A. OLIVEIRA. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, 1999. 491p.

SILVEIRA¹, RONALDO L.V. DE ARRUDA, MALAVOLTA, EURÍPEDES. NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM EUCALYPTUS. INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS Nº 91 – SETEMBRO/2000.

SCHUMACHER, Mauro, Valdir; BRUN, Eleandro José; KÖNIG, Flávia Gizele. Análise de nutrientes para a sustentabilidade. **Revista da Madeira**, Curitiba, n. 83, ano 14, agosto de 2004. Disponível em [http //www.remade.com.br](http://www.remade.com.br). Acessado em 22/01/2013.

SCHUMACHER, Mauro Valdir. ; BRUN, Eleandro José.; Análise da velocidade de decomposição dos resíduos de madeira de *Pinus taeda* L. proveniente de serraria. Santa Maria: CEPEF/FATEC. (Relatório de Pesquisa). 2005. 43 p.

SZYMCZAK, DENISE ANDRÉIA. Compactação do solo causada pelos tratores florestais harvester e forwarder na colheita de *Pinus taeda* L. /Denise Andréia Szymczak.-2013. 83 p

SHIMIZU, Jarbas Yukio; SEBBENN, Alexxandre Magno. **Pínus na Silvicultura Brasileira**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008.

TEDESCO, Marino José; GIANELLO, Clésio; BISSANI, Carlos Alberto; BOHNEN, Humberto; VOLKWEISS, Sérgio Jorge. Análises de solo, plantas e outros materiais. BOLETIM TÉCNICO. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim técnico, 5) Porto Alegre – RS.

TOMÉ Jr., JUAREZ. BARBOSA. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247 p.

Vogel, Hamilton Luiz Munari, Schumacher Mauro Valdir, Alberti Luis Fernando, d'Avila, Márcia, Barichello Leonir. **QUANTIFICAÇÃO DOS NUTRIENTES NO SOLO E SERAPILHEIRA DE UMA FLORESTA DE *Pinus elliottii* ENGELMAN, NA REGIÃO DE SANTA MARIA - RS.** 8º Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul. 2009, 323p.

VAN GOOR, CESAR. 1965 - Reflorestamento com coníferas no Brasil. Aspectos ecológicos dos plantios na região sul, particularmente de *Pinus elliottii* e *Araucaria angustifolia* S.I.F.; S.P.F.; D. S.; D.R.N.R.; Minist. da Agric., Rio de Janeiro. Bol. 9, 58 pp. 1966 - Classificação da capacidade da terra em relação ao reflorestamento com *Pinus elliottii* Eng. var. *elliottii* e *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., no Estado de São Paulo Silv. em S. Paulo 4 (4/5), (349-66).