

JULIO CESAR BEVILAQUA

**CARACTERISTICAS QUÍMICAS E GRANULOMETRICAS DE UM LATOSSOLO
VERMELHO SOB PLANTIO DE *Pinus taeda* E SOB MATA NATIVA**

**CURITIBA
2007**

JULIO CESAR BEVILAQUA

**CARACTERISTICAS QUÍMICAS E GRANULOMETRICAS DE UM LATOSSOLO
VERMELHO SOB PLANTIO DE *Pinus taeda* E SOB MATA NATIVA**

Monografia apresentada como requisito para
conclusão do Curso de Pós Graduação em
Gestão Florestal, da Universidade Federal do
Paraná.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Celina Wisniewski

Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira, UFPR

**CURITIBA
2007**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente peço desculpas àqueles que não forem aqui citados especificamente. Aos amigos (as), parentes e demais pessoas que contribuíram, talvez sem saber e das mais variadas maneiras, na composição deste trabalho, aqui vão meus agradecimentos.

Gostaria de agradecer em especial a minha esposa Marly e meus filhos, Sabrina, Julio Cesar Junior e Gustavo, que me incentivaram a participar deste curso e me apoiaram desde o primeiro dia, nos momentos bons e de dificuldades, suportando minha ausência no convívio familiar.

A Conguasul Indústria de Placas Ltda, nas pessoas dos senhores João Carlos Ribeiro Pedroso e Luiz Alberto Sudati, que viabilizaram minha participação e colocaram a Empresa e toda a estrutura à disposição para o desenvolvimento desta pesquisa e também pela cordialidade e incentivos recebidos durante os meses deste curso.

Agradeço também a Prof^a. Dr^a. Celina Wisniewski, que teve paciência e sabedoria na orientação e no desenvolvimento desta monografia.

E, finalmente agradeço toda a equipe desse curso de pós-graduação, ao corpo docente, que souberam conduzir a minha capacitação com grande competência e conhecimento, utilizando conteúdo didático de alta qualidade e excelente metodologia, abordando temas e assuntos em conformidade com contexto e a realidade atual e também aos tutores que nos orientaram com muita paciência e sabedoria desde o início e a toda a estrutura de apoio e logística que viabilizaram a conclusão deste curso.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	iv
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	v
RESUMO	vi
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1 Objetivo Geral	2
2.2 Objetivos Específicos.....	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1 Solo.....	3
3.2 Gênero <i>Pinus taeda</i>	5
3.2.1 Descrição Morfofisiológica.....	5
3.3 Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária).....	6
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
4.1 Características do Local de Estudo.....	7
4.1.1 Localização e Topografia	7
4.1.2 Histórico da Empresa	9
4.1.3 Solo Local	9
4.1.4 Clima	10
4.1.5 Características das Áreas e Tratos Culturais Utilizados.....	10
4.2 Trabalho de Campo	10
4.2.1 Unidades Amostrais	10
4.2.2 Procedimentos Preliminares.....	11
4.2.3 Coleta das amostras de Solo.....	11
4.2.4 Determinação das Profundidades Efetivas do Solo.....	12
4.3 Trabalho de Laboratório.....	12
4.3.1 Identificação e Preparo das Amostras.....	12
4.3.2 Metodologia de Extração de Nutrientes.....	13
4.4 Análises Estatísticas.....	13
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5.1 Análise Textural	14
5.2 Profundidade Efetiva do Solo.....	14
5.3 Características Químicas.....	15
5.3.1 CTC.....	15
5.3.2 Matéria Orgânica (M.O.).....	17
5.3.3 Saturação de Bases (V%).....	18
5.3.4 Saturação por Alumínio	19
5.3.5 pH.....	20
5.3.6 Fósforo	22
5.3.7 Potássio	23
5.3.8 Cálcio e Magnésio	24
6. CONCLUSÕES	25
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
ANEXO 1	30
ANEXO 2	33
ANEXO 3	34

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - COORDENADAS GEOGRÁFICAS DAS ÁREAS DE ESTUDO	8
TABELA 2 - TEORES MÉDIOS DE ARGILA, SILTE E AREIA, em g/kg, POR PROFUNDIDADES E POR TRATAMENTOS DOS SOLOS NAS ÁREAS AMOSTRADAS.....	14
TABELA 3 - DETERMINAÇÃO DA PROFUNDIDADE EFETIVA DO SOLO NOS TRATAMENTOS.....	15
TABELA 4 - VALORES MÉDIOS DA CTC, em mmolc/dm ³ , POR PROFUNDIDADES E POR TRATAMENTOS, NAS ANÁLISES QUÍMICAS DOS SOLOS, NAS ÁREAS AMOSTRADAS	16
TABELA 5 - VALORES MÉDIOS DE MATÉRIA ORGÂNICA, em g/dm ³ , POR PROFUNDIDADES E POR TRATAMENTOS, ENCONTRADOS NAS ANÁLISES QUÍMICAS DOS SOLOS NAS ÁREAS AMOSTRADAS	17
TABELA 6 - VALORES MÉDIOS DE SATURAÇÃO POR BASES, em %, POR PROFUNDIDADES E POR TRATAMENTOS, ENCONTRADOS NAS ANÁLISES QUÍMICAS DOS SOLOS, NAS ÁREAS AMOSTRADAS.....	18
TABELA 7 - VALORES MÉDIOS DE SATURAÇÃO POR ALUMÍNIO, em %, POR PROFUNDIDADES E POR TRATAMENTOS, ENCONTRADOS NAS ANÁLISES QUÍMICAS DOS SOLOS, NAS ÁREAS AMOSTRADAS.....	20
TABELA 8 - VALORES MÉDIOS DO pH, em CaCl ₂ , POR PROFUNDIDADES E POR TRATAMENTOS, NAS ANÁLISES QUÍMICAS DOS SOLOS, ENCONTRADOS NAS ÁREAS AMOSTRADAS	21
TABELA 9 - VALORES MÉDIOS DE FÓSFORO, em mmolc/dm ³ , POR PROFUNDIDADES E POR TRATAMENTOS, NAS ANÁLISES QUÍMICAS DOS SOLOS, ENCONTRADOS NAS ÁREAS AMOSTRADAS	22
TABELA 10- VALORES MÉDIOS DE POTÁSSIO, em mmolc/dm ³ , POR PROFUNDIDADES E POR TRATAMENTOS, ENCONTRADOS NAS ANÁLISES QUÍMICAS DOS SOLOS, NAS ÁREAS AMOSTRADAS.....	23
TABELA 11- VALORES MÉDIOS DE CÁLCIO, em mmolc/dm ³ , POR PROFUNDIDADES E POR TRATAMENTOS, NAS ANÁLISES QUÍMICAS DOS SOLOS, ENCONTRADOS NAS ÁREAS AMOSTRADAS.....	24
TABELA 12- VALORES MÉDIOS DE MAGNÉSIO, em mmolc/dm ³ , POR PROFUNDIDADES E POR TRATAMENTOS, NAS ANÁLISES QUÍMICAS DOS SOLOS, ENCONTRADOS NAS ÁREAS AMOSTRADAS.....	V..... 24

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - VISTA PARCIAL DAS ÁREAS AMOSTRADAS.....	8
FIGURA 2 – ÁREA DE REFLORESTAMENTO DE <i>Pinus taeda</i>	8
FIGURA 3 – ÁREA DA MATA NATIVA	9

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SBS – Sociedade Brasileira de Silvicultura

EMBRAPA = Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

N = Nitrogênio

P = Fósforo

K = Potássio

Ca = Cálcio

Mg = Magnésio

Al = Alumínio

MO = Matéria Orgânica

CTC = Capacidade de troca de Cátions

U. A = Unidade Amostral

V% = Saturação de bases

Al% = Saturação de alumínio

RESUMO

Este estudo foi desenvolvido visando avaliar os efeitos do cultivo de *Pinus taeda* sobre um LATOSSOLO VERMELHO, utilizando como testemunha uma área com cobertura vegetal nativa (floresta ombrófila mista), localizadas no Paraná, no município de Mangueirinha, área pertencente à empresa Conguasul Indústria de Placas. Em cada tratamento, coletaram-se 30 amostras para realização de análises químicas nas profundidades de 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 cm, além de mais 10 amostras para análises físicas e foram verificadas as profundidades efetivas do solo das unidades amostrais com três perfurações de solo por tratamento, que chegaram à profundidade média de 250 cm. Nas amostras de solo coletadas, foram determinados teores de P, K, Ca, Mg, pH, matéria orgânica, saturação de bases e saturação de alumínio. Não ocorreram diferenças significativas nas propriedades físicas do solo. Na avaliação química, não ocorreram alterações significativas para saturação de bases, pH, matéria orgânica, fósforo, cálcio e magnésio nas profundidades do solo de 0 a 100cm. Foram constatadas alterações significativas para o potássio na profundidade de 0 a 20cm, para a CTC na profundidade do solo de 20 a 40 cm e para saturação de alumínio na profundidade do solo de 40 a 60cm. Nos dois tratamentos, de forma geral e tendo como apoio a análise estatística, não houve grandes mudanças nas propriedades química e física desse solo cultivado com *Pinus*, nessas condições de clima e solo, o que houve foram pequenas alterações principalmente no elemento potássio e nos valores da CTC e saturação de alumínio a maior no solo cultivado com *Pinus*.

Palavras-chave: Pinus, Floresta Ombrófila Mista, Latossolo, Propriedades Químicas e Físicas do Solo.

ABSTRACT

The present work was developed with the aim to evaluate the effects of the *taeda Pine* cultivation on a RED LATOSSOLO, using an area covered with natural vegetation (ombrofila mixed forest), located in Mangueirinha, state of Paraná, which belongs to Conguasul Industria de Placas. For each experiment, it was collected 30 samples to make the chemical analyses at the deepness of 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 cm, besides 10 more samples to physical analyses and it was checked out the real soil deepness of the sample units with three holes of soil for each experiment, that reached the average deepness of 250cm. In the collected soil samples, it was determined substances of P, K, Ca, Mg, pH, organic matter, bases saturation and aluminium saturation. There were not great differences in the physical accuracy of the soil. In the chemical evaluation, there were not great changes to the base saturation, pH, organic matter, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in the soil deepness from 0 to 100cm. Great changes were observed to the potassium at the deepness from 0 to 20cm, to the CTC at the soil deepness from 20 to 40cm and to the aluminium at the deepness from 40 to 60cm. In both treatment, in a general way and having the statistical analyze as a standard, there weren't great changes in the chemical and physical properties of the soil cultivated with *Pinus*, in this conditions of climate and soil, what happened was that small changes, specially in the possium element and in the values of the CTC and aluminium saturation the greatest in the soil cultivated with *Pinus*.

Key words: Pine, Ombrofila Mixed Forest, Latossolo, chemical and Physical Properties of the Soil.

1 INTRODUÇÃO

As atividades de reflorestamento com espécies do gênero *Pinus* foram intensificadas a partir da segunda metade da década de sessenta, após a promulgação da lei dos incentivos fiscais. Extensas áreas foram ocupadas predominantemente com *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* var. *elliottii*, constituindo hoje base de importantes atividades industriais como produção de celulose e papel, embalagens, aglomerados, mobiliário, compensados, chapas dentre outras (FERREIRA et al, 2003).

Estima-se em aproximadamente 1.800.000 ha a área ocupada por espécies de *Pinus spp.* no Brasil. Na região sul estima-se em 1.060.000 ha a área plantada, com a seguinte distribuição: 605.000 ha no Paraná, 318.000 ha em Santa Catarina e 136.000 ha no Rio Grande do Sul. Essas plantações desempenham papel preponderante no suprimento de madeira, fornecendo atualmente mais de 90% do total de madeira consumida no Estado do Paraná (FERREIRA et al, 2003).

Nos estados do sul do Brasil os *Pinus Elliottii* e *Pinus taeda* são as espécies mais importantes no contexto florestal. As duas espécies são consideradas como baixa exigência nutricional (Pritchett & Zwinford, 1961). Este fato, embora positivo sob determinado ponto de vista, gerou uma expectativa que se mostrou negativa no sentido de manejo nutricional destas espécies no sul do Brasil, por ocasião de sua introdução nos anos 60. As mais extensas áreas plantadas localizam-se principalmente no Segundo Planalto Paranaense, constituído de rochas sedimentares da Era Paleozóica da mais variada granulometria, e rochas ígneas intrusivas. Nesta região, os sedimentos de granulometria mais fina (folhelos, argilitos) em relevos mais planos. O relevo é caracterizado por colinas arredondadas e mesetas estruturais, tornando-se mais dissecado próximo da escarpa mezozóica, sobre litologia de origem primária. Em relevo plano a suave ondulado pode ocorrer Latossolos profundos associados à geologia de granulometria mais fina ou aos diques de diabásio.

Tendo em vista as extensas áreas cobertas pelo gênero *Pinus* em todo território nacional, principalmente na região sul do país. O estado do Paraná com relevante área de cobertura vegetal abrangida pelo *Pinus spp.*, torna-se por este motivo, importante campo para pesquisas e investigações sobre as condições e os efeitos do cultivo da cultura de *Pinus spp.*, sobre solos cultivados com essa espécie.

A espécie *Pinus taeda* é considerada de baixa exigência nutricional. A rapidez de crescimento e ausência de sintomas de deficiências, particularmente nas primeiras rotações, condicionaram a idéia 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 (LOPES, 1982).

Este estudo foi desenvolvido visando avaliar se a espécie *Pinus taeda*, nessas condições edafo-climáticas, teria algum efeito nas características químicas e granulométricas do solo e na profundidade de enraizamento.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito de um reflorestamento comercial (segunda rotação) de *Pinus taeda* com 8 anos de idade nas propriedades química e granulométricas do solo, em relação a uma área sob Mata Nativa.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar os teores de matéria orgânica, P, K, Ca, Mg e Al; os valores de pH, capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%) e a granulometria dos solos das duas áreas.
- Avaliar a existência de eventuais alterações nas características químicas e granulométricas dos solos das duas áreas
- Determinar a profundidade efetiva de enraizamento do reflorestamento de *Pinus* e da mata nativa

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Solo

Ao longo da história, o homem teve seu desenvolvimento alicerçado no aproveitamento dos recursos naturais e, dentre esses, as florestas foram e continuam sendo a grande reserva econômica do desenvolvimento da população. Mesmo quando o homem considerou-a como entrave para seu desenvolvimento, as árvores foram fontes de abrigo, alimentação e garantia de sobrevivência (LOPES, 1983a).

Entretanto com a ação desordenada, através de um permanente processo de desenvolvimento, a cobertura original das florestas foi alterada tornando-a deficiente em todas as suas regiões, e ainda hoje a floresta tem a tarefa insubstituível de reserva e regeneração. A garantia da manutenção permanente da produtividade dos solos nos ecossistemas está diretamente ligada às condições de preservação e ampliação das áreas com cobertura vegetal. A floresta vem oferecendo ao homem muitos elementos essenciais para a sua sobrevivência, entre eles, alimentos, combustíveis, material de construção e matéria prima para produtos industrializados (REISSMANN, 2005).

O crescimento populacional em grande escala nas últimas décadas exigiu um maior e mais intenso uso das florestas e de seus produtos, tornando-os assim escassos e pouco disponíveis no mercado, principalmente no que diz respeito à qualidade. Essa crescente demanda está forçando um uso mais intensivo do solo com o objetivo de aumentar a disponibilidade de produtos de origem florestal e outros. No entanto, deve-se considerar que o solo não é apenas um suporte físico para o crescimento das plantas e armazenamento de umidade e nutrientes. O solo é um sistema dinâmico que abriga uma multiplicidade de organismos com características e funções diferentes, os quais proporcionam o equilíbrio ambiental indispensável para o desenvolvimento de todos os seres vivos (LOPES, 1982).

Solo é o material mineral inconsolidado sobre a superfície da terra que serve como meio natural para as plantas (AFUBRA, 2003). O solo é o resultado da ação dos diferentes fatores físicos e químicos que atuam sobre a rocha matriz desintegrando-a.

De certa forma o solo seria elemento base dos ecossistemas, já que é o fator do meio que influi diretamente na regeneração e estabelecimento da cobertura vegetal, especialmente das florestas e conseqüentemente num processo de produção satisfatória. Em relação às

florestas e a qualquer tipo de cobertura vegetal, o solo constitui-se no fator do ecossistema de abastecimento de água e nutrientes, cuja disponibilidade está na dependência do clima geral, do relevo, dos processos físicos do solo, da matéria orgânica disponível, dos microorganismos existentes e ainda da qualidade química dos minerais do solo (LOPES, 1983b).

As essências florestais apresentam um comportamento diferente das outras culturas agrícolas, uma vez que contribuem para um melhoramento das condições físicas e químicas do solo em que estão implantadas, pois suas raízes, atingindo maiores profundidades, retiram das camadas inferiores os nutrientes que, juntamente com outros absorvidos por via não radicular formam os tecidos das plantas que são posteriormente incorporados às camadas superiores, fornecendo material que constantemente é transformado em húmus por processos biológicos (HAAG, 1978).

No estado do Paraná as áreas reflorestadas sobre Latossolos são mínimas. Esta classe de solo, por possuir excelente condição física, embora apresentem graves limitações quanto à fertilidade natural, são excepcionalmente produtivos quando utilizados sob sistemas de manejo tecnificados, que incluem a correção da acidez, o aumento da fertilidade e o controle da erosão. Os modernos sistemas de manejo agroecológicos, compreendendo a manutenção e o aumento das fontes de matéria orgânica, o manejo dos componentes biológicos, o aumento da capacidade de retenção de umidade, o cultivo mínimo e o plantio direto, são bastante promissores para implantação de uma agricultura ideal, sustentável, nos Latossolos do Brasil (TESTA, 1992).

A maior parte da classe dos Latossolos é composta por solos muito profundos, normalmente com mais de 3 metros de espessura, não sendo rara, entretanto a ocorrência de solos com mais de 5 ou até mesmo 10 metros de profundidade. Estes solos, com características mais argilosas, podem se desenvolver a partir de rochas de derrame basáltico e, por conseguinte, apresentam uma ampla distribuição geográfica, ocorrendo tanto no norte, como no centro, oeste e sudeste do estado do Paraná. Ocorrem sob floresta tropical ou subtropical, podendo ainda ser encontrados sob vegetação de campo subtropical e cerrado (EMBRAPA, 1984).

3.2 Gênero *Pinus taeda*

3.2.1 Descrição Morfofisiológica

Reino: *Plantae*

Phylum: *Coniferophyta*

Classe: *Pinopsida*

Ordem: *Pinales*

Família: *Pinaceae*

Nome Científico: *Pinus taeda*

Nome comum: pinheiro-americano

Dispersão: Anemocórica

Vetor de Dispersão: Vento

Reprodução: Sementes (GEMTCHÚJNICOV, 1976).

Em 1948, através do Serviço Florestal do Estado de São Paulo, foram introduzidas, para ensaios, as espécies americanas conhecidas nas origens como "pinheiros amarelos" que incluem *P. palustris*, *P. echinata*, *P. elliotii* e *P. taeda*. Dentre essas, as duas últimas se destacaram pela facilidade nos tratos culturais, rápido crescimento e reprodução intensa no Sul e Sudeste do Brasil. Desde então um grande número de espécies continuou sendo introduzido e estabelecido em experimentos no campo por agências do governo e empresas privadas, visando ao estabelecimento de plantios comerciais. A diversidade de espécies e raças geográficas testadas, provenientes não só dos Estados Unidos, mas também do México, da América Central, das ilhas caribenhas e da Ásia foi fundamental para que se pudesse traçar um perfil das características de desenvolvimento de cada espécie para viabilizar plantios comerciais nos mais variados sítios ecológicos existentes no país. (<http://www.ambiente.brasil.com.br>)

As diversas espécies de *Pinus* atualmente plantadas nas regiões sul e sudeste do Brasil são de introdução relativamente recente, por volta de 1954, e visam principalmente substituir a madeira da *Araucaria angustifolia*, cujos povoamentos naturais achava-se em rápido processo de exaustão. Os plantios de *Pinus* foram acelerados a partir de 1966/67, com

a implantação da política de incentivos fiscais. No sul do Brasil, *Pinus taeda* é uma das espécies mais plantadas, totalizando 1.500.000 hectares, e em termos de país, atualmente existem cerca de 2.000.000 de hectares plantados. A preferência pelo gênero se dá pelo crescimento rápido, alcançando grandes incrementos corrente anuais em altura (FERREIRA, 2004).

Segundo Reissmann (2003a) os plantios de hoje, são como as culturas exigentes, detentoras de deficiências nutricionais e vítimas do ataque de pragas, merecendo, portanto, cuidados adequados e proporcionais a sua importância econômica e ecológica. A adequação da densidade, não apenas para aproveitamento industrial, mas em função do potencial do solo, necessita ser ajustada. Faltam, além disso, elementos básicos para a recomendação de fertilizantes, que dependem da calibração de análises de solos, específicas para esta espécie.

A coleta foliar só pode ser feita em épocas definidas, isto pode ser visto como uma limitação, já que o ideal seria sempre coletar amostras de acículas e solo ao mesmo tempo. Isto representaria um aspecto vantajoso em relação à análise do solo (REISSMANN, 2003b).

Não há, no laboratório, meios de simular a ação mecanoquímica das raízes. Neste sentido, a análise foliar permitiria aproximar-se de maneira mais eficaz do conjunto fertilidade do solo e o estado nutricional da árvore, uma vez que as raízes atuam extraíndo os nutrientes e os transferem para as folhas/acículas. Embora possa ser contra-argumentado que nem toda a quantidade de nutrientes presentes nas acículas esteja fisiologicamente ativa. Apesar desta limitação, vários levantamentos têm demonstrado que o K entre os macronutrientes, e o Zn entre os micronutrientes, parecem ser os mais limitantes, especialmente nas áreas do segundo planalto paranaense, e seu prolongamento nos estados vizinhos (REISSMANN, 2003c).

3.3 Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária)

A Floresta Ombrófila Mista é conhecida como mata de araucária, pois a *Araucaria angustifolia* constitui o andar superior da floresta, com sub-bosque bastante denso. Antes da interferência antrópica esta formação ocorria nas regiões de clima subtropical, principalmente nos planaltos do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, e em maciços descontínuos, nas partes mais elevadas de São Paulo, Rio de Janeiro e Sul de Minas Gerais (DE PAULA E ALVES, 1997).

A composição florística desta vegetação, dominada por gêneros primitivos como *Drymis*, *Araucaria* e *Podocarpus*, sugere, pela altitude e latitude do planalto meridional, uma ocupação recente a partir de refúgios alto-montanos. Apresenta quatro formações distintas:

1. Aluvial, em terraços antigos ao longo dos flúvios. Esta formação ribeirinha ocupa sempre os terrenos aluviais, situados nos flúvios das serras costeiras voltadas para o interior ou dos planaltos dominados pela *Araucaria angustifolia* associada a ecotipos que variam de acordo com as altitudes dos flúvios.

2. Submontana, de 50 até mais ou menos 400 m de altitude. Esta formação, atualmente, é encontrada na forma de pequenas disjunções localizadas em vários pontos do "Craton Sul-rio-grandense". No município de Lauro Mueller, por exemplo, na década de 50, podia-se observar cerca de 1.200 exemplares de *Araucaria angustifolia*. Contudo, nesta década, este número não chega a 200 exemplares de troncos finos e relativamente baixos, pertencentes ao estrato dominado. O que resta é uma floresta secundária, ficando cada vez mais raro encontrarem-se exemplares de *Araucaria angustifolia*, que tendem a desaparecer em poucos anos.

3. Montana, de 400 até mais ou menos 1000 m de altitude. Esta formação, encontrada atualmente em poucas reservas particulares e no Parque Nacional do Iguaçu, ocupava quase que inteiramente o planalto acima de 500 m de altitude, nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

4. Altomontana, situada a mais de 1000 m de altitude. Esta floresta está localizada acima de 1000m de altitude, sendo sua maior ocorrência no Parque do Taimbezinho (RS) e na crista do Planalto Meridional, próximo aos "campos de Santa Bárbara" no Parque de São Joaquim (SC). Atualmente, esta floresta alto-montana encontra-se ainda bem conservada e com elementos quase intactos no Parque Estadual de Campos do Jordão (SP). (Ambiente Brasil, disponível on line <http://www.ambientebrasil.com.br>, acesso 06/01/06).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Características do Local de Estudo

4.1.1 Localização e Topografia

A área utilizada para coleta das amostras pertence à Empresa Conguasul Indústria de Placas Ltda, na Fazenda São Bento, município de Mangueirinha/PR (TABELA 1; FIGURAS 1,2 e 3). A região é localizada no terceiro Planalto Paranaense, numa altitude de 940 metros acima do nível do mar. As amostras foram coletadas no talhão nº 68, o qual ocupa área com 17 ha de *Pinus taeda* com oito anos de idade em segunda rotação e 10 ha com Mata Nativa (Floresta Ombrófila Mista) em relevo suave ondulado.

TABELA 1 - Coordenadas geográficas das áreas de estudo.

Pontos dos locais amostrados	LATITUDE	LONGITUDE
Área de <i>Pinus taeda</i>	26°00'51,288''S	52°22'44,428'' W
Área de Mata Nativa	26°04'8,458'' S	52°18'52,821'' W

FIGURA 1: Vista parcial das áreas amostradas à esquerda reflorestamento de *Pinus*, à direita Mata Nativa.



FIGURA 2 Área do reflorestamento de *Pinus taeda*.



FIGURA 3 Área da Mata Nativa



O trabalho foi desenvolvido durante o período de 17 de novembro de 2005 a 10 de janeiro de 2006.

4.1.2 Histórico da Empresa

A empresa possui 14 Unidades Industriais, nos municípios de Ventania, Telêmaco Borba, Ibaiti, Ponta Grossa, Contenda, Palmas, Paulo Frontin, Cruz Machado e Santa Cecília. Foi fundada em 2002, tendo como objetivo a produção de placas de compensados e implantação de florestas, buscando o desenvolvimento com sustentabilidade, integrando harmonicamente e de forma equilibrada o desenvolvimento econômico, social e ambiental. As florestas da empresa estão distribuídas numa área de ação entre os Estados de São Paulo e Santa Catarina. A Conguasul Indústria de Placas Ltda é resultante da união de um grupo de empresas do setor de base agroflorestal e madeireira, dentre as empresas estão o Grupo Sudati, Guararapes e Contemplac, as quais administram a Conguasul. Sua produção está em torno de 80 mil m³/mês de compensados.

4.1.3 Solo Local

O solo das áreas de estudo foi classificado como Latossolo Roxo álico A proeminente textura argilosa (EMBRAPA, 1984). De acordo com a nova nomenclatura (EMBRAPA, 2006), atualmente se enquadram na classe do LATOSSOLOS Vermelhos aluminoférricos.

4.1.4 Clima

Segundo a KÖEPEN o clima no município de Mangueirinha é Cfa: temperado, com bolsões de subtemperado, sujeito a geadas. Predomina o clima úmido sem estação de seca bem definida ao longo do ano, com variações de temperatura entre 0 a 37 °C.

A precipitação média anual é de 1.850 milímetros (mm), com chuvas bem distribuídas, embora chova mais no período do verão.

4.1.5 Características das áreas e Tratos Culturais Utilizados

O gênero *Pinus taeda* foi à espécie utilizada para avaliar o efeito do cultivo comercial sobre as propriedades químicas e físicas do solo local, já o tratamento testemunha foi representado pela Mata Nativa existente no local, na qual as espécies mais abundantes eram a Imbuia (*Ocotea porosa*), a Canela Imbuia (*Nectandra reticulata*), o Araçá (*Psidium araçá*) e a Araucária (*Araucaria angustifolia*).

Em relação ao reflorestamento avaliado, este foi implantado em 1997, no espaçamento 3 x 2 metros, tendo um total de 1667 árvores por ha. O mesmo agora se encontra sobre a segunda rotação da cultura de *Pinus*. Vale salientar que o solo onde se encontram as espécies florestais em evidência, não sofreram nenhum tipo de correção de acidez ou programa de adubação, que poderiam vir a alterar os teores nas análises de solo.

4.2. Trabalhos de Campo

O trabalho de campo se fez basicamente na instalação das unidades amostrais e retirada das amostras de solo existente sobre as unidades amostrais e para determinação da profundidade efetiva no solo pesquisado.

4.2.1 Unidades Amostrais

Para escolha das parcelas optou-se por uma área de topografia relativamente uniforme para ambos os tratamentos, além de estas estarem próximas geograficamente

(aproximadamente 70 metros), de forma a se obter condições de solo o mais homogêneas para ambos os tratamentos.

Optou-se pela utilização de parcelas não permanentes. Desta forma, após a escolha dos locais, estes foram delimitados com fitas de isolamento. Foram instaladas 6 parcelas de 50 x 10 m, sendo três na área de *Pinus*, e três na área de Mata Nativa.

Posteriormente foram realizadas as amostragens de solo e determinação da profundidade de enraizamento .

4.2.2 Procedimentos Preliminares

Nas áreas de nativa onde a cobertura vegetal desenvolvia naturalmente, sem interferências antrópicas, onde a quantidade de gramíneas, pequenos arbustos e samambaias era relativamente alta, foi necessária uma leve roçada para desobstrução do caminho percorrido pelo coletor, além de melhorar a visualização das fitas métricas e faixas de isolamento que delimitavam as margens das unidades amostrais.

Com a finalidade de se obter uma boa representatividade das amostras de solo, as unidades amostrais guardaram uma distância mínima de 30 metros das margens dos povoamentos.

4.2.3 Coleta das amostras de Solo

Em cada unidade amostral foram retiradas amostras de solo nas profundidades de 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 cm, com auxílio de um trado do tipo holandês, adaptado para atingir as profundidades desejadas. As amostras de cada profundidade eram acondicionadas em baldes plásticos, devidamente identificados.

Desta forma, repetiu-se todo o processo 15 vezes em cada parcela, procurando-se cobrir o maior número de pontos sobre a parcela. As 15 amostras simples de cada profundidade, acondicionadas em baldes específicos de cada profundidade, foram então homogeneizadas, para então originarem uma amostra composta de cada profundidade. Posteriormente repetiu-se todo processo nas demais parcelas.

4.2.4 Determinação das Profundidades Efetivas do Solo

Por profundidade efetiva se entende a profundidade máxima que as raízes conseguem penetrar livremente no corpo do solo, em razoável número, sem impedimentos, proporcionando às plantas suporte físico e condições para a absorção de água e nutrientes explorada pelas raízes das plantas, de onde estas raízes conseguem efetivamente retirar água e nutrientes. Nem sempre coincide com a profundidade do *solum* (horizontes A+B), pois corresponde à espessura mais favorável para o desenvolvimento radicular e para o armazenamento de água efetivamente disponível às plantas.(BENEDETTI e GONÇALVES, 2000)

A profundidade efetiva foi determinada com auxílio de um trado holandês, adaptado para atingir até a profundidade de 2,7 metros (figura 6) com alcance de 2,50 m (por questões ergonômicas), o trado se configura da seguinte forma: três tubos de aço sendo a 1ª peça com 0,90 m com adaptação de encaixe rápido (roscas), 2ª peça medindo 1,00 m e a terceira peça medindo também 1,00 m, totalizando 2,90 m.

O método para verificação da profundidade efetiva do solo foram coletados 3 profundidades efetivas por unidade amostral, as perfurações feitas eram retiradas de 20 em 20 cm, sendo adaptado no trado suas peças de 1,00 m conforme a necessidade do coletor até chegar aos 2,5 m, tendo no trado uma marca para auxiliar o coletor por meio de visualização a não ultrapassar este limite de profundidade.

O material coletado na profundidade efetiva era separado, realizado a constatação da presença de raízes primárias e secundárias, mediante lavagem destes solos amostrados em peneira, sendo que este material não seria analisado em laboratório. O objetivo desta coleta teria como cunho principal verificar os horizontes do solo e suas respectivas profundidades, seus limites e a presença de raízes.

4.3 Trabalhos de Laboratório

4.3.1 Identificação e Preparo das Amostras

De posse das amostras compostas de cada tratamento, nas profundidades determinadas, procedeu-se à secagem à sombra (sobre pratos de papelão), também nesta fase ocorreu à retirada de resíduos vegetais grosseiros (folhas, raízes, etc). Posteriormente as

amostras de solo (aproximadamente 500 g) foram acondicionadas em embalagens específicas (caixinhas de papelão), devidamente identificadas e enviadas ao laboratório para análise.

4.3.2 Metodologia de Extração de Nutrientes

Após as amostras serem devidamente preparadas, acondicionadas e identificadas, procedeu-se o envio das mesmas a um laboratório (Fundação ABC – Castro/Pr) para as determinações químicas necessárias. A extração dos nutrientes seguiu a metodologia proposta por RAIJ et al (2001), descrita abaixo:

- Na determinação do pH (acidez ativa), utilizou-se da metodologia pH em solução CaCl₂ 0,01M.
- Para a determinação Alumínio (acidez trocável), utilizou-se da metodologia KCl 1N.
- Os elementos foram determinados Cálcio, Magnésio, Potássio e Fósforo, utilizou-se da metodologia Resina trocadora de íons.
- Na determinação da Matéria Orgânica, utilizou-se da metodologia Walkley-Black
- Para a determinação de H + Al (acidez potencial), utilizou-se da metodologia determinado potenciométricamente pela solução SMP.
- A granulometria do solo, foi determinadas utilizando a metodologia da pipeta (EMBRAPA, 1979)

4.4 Análises Estatísticas

O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (reflorestamento e mata nativa) e três repetições. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste T-Student.

No caso desse estudo, a hipótese nula testada foi a igualdade das médias na composição química e granulométrica do solo para a área plantada com Pinus e com Mata nativa com nível de significância α de 5% (0,05).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise Textural

Na TABELA 2, observam-se os teores de argila, areia e silte, e as respectivas classes texturais encontrados nos solos amostrados.

TABELA 2 - Teores médios de Argila, Silte e Areia, em g/kg, por profundidades e por tratamentos dos solos nas áreas amostradas.

Profundidade do Solo	<i>Pinus taeda</i>				Mata nativa			
	Argila g/kg	Silte g/kg	Areia g/kg	Textura	Argila g/kg	Silte g/kg	Areia g/kg	Textura
0-20	509	421	70	Argilosa	702	230	68	M. argilosa
20-40	651	270	79	M. argilosa	701	244	55	M. argilosa
40-60	695	239	66	M. argilosa	684	264	52	M. argilosa
60-80	675	252	73	M. argilosa	744	206	50	M. argilosa
80-100	630	282	88	M. argilosa	755	197	48	M. argilosa

De acordo com o teste T-Student não foi detectada diferença estatisticamente significativa nas quantidades média de argila e silte dos solos dos tratamentos.

Comparando a quantidade média de areia, foi detectada diferença estatisticamente significativa entre o Pinus e Mata Nativa, onde a média de areia do Pinus foi 75,2 g/kg com desvio padrão de 8,58 g/kg enquanto que na Mata Nativa a média foi de 54,6 g/kg com desvio padrão de 7,92 g/kg.

Não havia expectativa de se observar mudança na classe textural dos solos analisados em função do tipo de uso. Provavelmente as diferenças observadas se devam à heterogeneidade natural dos solos e já estavam presentes antes da implantação do reflorestamento e de qualquer maneira não foram suficientes para alterar a classe textural.

5.2 Profundidade Efetiva do Solo

Os resultados das amostragens demonstraram que a profundidade efetiva média nas duas áreas foi a mesma: 250 cm (TABELA 3). O solo estudado, teve as seguintes características: horizonte C (com presença de cascalho se encontrou a 2,5 a 2,7 metros) tendo presença de mosqueados (traços de cascalhos dispersos no solo a profundidade de 1,8 a 2,5 metros). Os resultados mostraram que a maior quantidade e concentração das raízes estavam

até 100cm de profundidade embora ainda fosse observada sua presença até 250cm de profundidade.

TABELA 3 - Determinação da Profundidade Efetiva do Solo nos tratamentos

Determinação da Profundidade Efetiva do Solo							
Tratamento							
Pinus Taeda				Mata Nativa			
U.A 01	U.A 02	U.A 03	Média	U.A 04	U.A 05	U.A 06	Média
2,5m	2,5m	2,6m	2,5m	2,7m	2,6m	2,4m	2,5m

A grande profundidade onde foram encontradas raízes de certa forma já era esperada considerando as características físicas de estrutura e porosidade do horizonte B latossólico, atributos diagnóstico importantes desta classe de solo. Para o Pinus, este é um fator importante, uma vez que seu crescimento parece ser mais afetado por características físicas do solo tais como capacidade de retenção de água a profundidade efetiva horizonte A e grau de desenvolvimento do perfil do solo (QUINTEROS DOLDAN, 1987)

Por estarem ambos os tratamentos sob solos com as mesmas características edáficas, não haviam grandes expectativas em encontrar diferenças na profundidade efetiva neste solo.

5.3 Características Químicas

5.3.1 Capacidade de troca de cátions -CTC

Na TABELA 4 estão os valores da CTC do solo que variaram de média à alta o que demonstrou o bom potencial que este solo possui, uma vez que na prática a CTC representa a capacidade do solo em reter nutrientes, liberando-os lentamente às plantas, diminuindo dessa forma, as perdas por lixiviação ao longo do perfil. Os maiores valores de CTC foram observados nas camadas superiores, correspondendo ao horizonte A onde a contribuição de cargas da matéria orgânica para a CTC é mais expressiva..

TABELA 4 Valores médios da CTC, em mmolc/dm³, por profundidades e por tratamentos, encontrados nas análises químicas dos solos, nas áreas amostradas

Profundidade do Solo (cm)	Tratamento						Comparativo entre médias Pinus e Mata Nativa p-valor < 0,05
	<i>Pinus taeda</i>			<i>Mata nativa</i>			
	Teor Médio	Desvio Padrão	Classificação**	Teor Médio	Desvio Padrão	Classificação**	* significativo ao nível de significância 5%
0 - 20	176,3	29,88	Alto	149,3	12,05	Alto	p = 0,2554
20 - 40	176,9	16,96	Alto	135,2	7,04	Médio	p = 0,03617 *
40 - 60	131,4	6,99	Médio	121,9	8,41	Médio	p = 0,2107
60 - 80	115,2	12,10	Médio	109,4	14,31	Médio	p = 0,6231
80 - 100	117,2	19,34	Médio	94,6	8,95	Médio	p = 0,1699

**Classificação segundo Comissão de Fertilidade do Solo - RS / SC, 2005.

Um dos mais importantes atributos do solo é a capacidade de troca de cátions, que representa a quantidade de íons positivos que podem ser retidos no solo por atração eletrostática, ou seja, por atração de cargas elétricas opostas. Os cátions trocáveis são Ca, Mg, K, Na e Al. Os quatro primeiros são cátions básicos e o último é ácido. Além desses é importante o hidrogênio, H, elemento que se encontra principalmente em forma não-dissociada no solo, ligado a grupamentos funcionais, de natureza orgânica ou mineral e apenas em teor muito baixo do íon H⁺ em solução. (RAIJ, 2001)

A CTC é uma das mais importantes propriedades dos minerais de argila e da matéria orgânica quanto à fertilidade dos solos, que é a de adsorver e trocar cátions, apresentando elevada capacidade de armazenamento de elementos nutrientes às plantas. Solos com alta CTC são considerados de boa fertilidade (KIEHL, 1979).

De acordo com o teste T-student só houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos na profundidade de 20-40cm, com o solo sob Pinus apresentando uma CTC maior do que a mata nativa. Nas demais profundidades do solo nos dois tratamentos não houve diferenças significativas. Também é pouco provável que esta diferença observada se deva à influência do Pinus. A capacidade de troca de cátions é determinada pela quantidade e tipo de argila e matéria orgânica. Embora a diferença não tenha sido estatisticamente significativa, nesta profundidade o teor de argila foi maior no solo sob Pinus do que sob a mata nativa, o que poderia explicar esta diferença. O teor de matéria orgânica nesta profundidade, foi maior na mata nativa.

5.3.2 Matéria Orgânica (M.O.)

Os teores de M.O variam de alto a baixo, em ambos os tratamentos, (TABELA 5), conforme a profundidade. Os maiores teores foram observados nas camadas superiores, o que é uma característica comum na acumulação de M.O no perfil do solo.

TABELA 5 - Valores médios de Matéria Orgânica, em g/dm³, por profundidades e por tratamentos, encontrados nas análises químicas dos solos, nas áreas amostradas

Profundidade do Solo (cm)	Tratamento						Comparativo entre as médias Pinus e Mata nativa p-valor < 0,05
	<i>Pinus taeda</i>			Mata nativa			
	Teor Médio	Desvio Padrão	Classificação**	Teor Médio	Desvio Padrão	Classificação**	* significativo ao nível de significância 5%
0 - 20	54,7	5,77	Alto	64,0	4	Alto	p = 0,09096
20 - 40	44,3	3,21	Médio	55,3	11,01	Alto	p = 0,2204
40 - 60	36,3	0,57	Médio	41,3	5,77	Médio	p = 0,2718
60 - 80	25,3	5,03	Baixo	33,7	8,96	Baixo	p = 0,2509
80 - 100	22,7	7,37	Baixo	30,0	5,19	Baixo	p = 0,2394

**Classificação segundo Comissão de Fertilidade do Solo - RS / SC, 2005.

A matéria orgânica é importante pela sua influência nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Nas propriedades físicas a matéria orgânica influi sobre a densidade aparente e real, a porosidade, estrutura e retenção de água. Nas propriedades químicas e físico-químicas do solo, atua sobre as reações do solo, nos conteúdos de bases trocáveis e na capacidade de troca catiônica (sendo a M. O. responsável por cerca de 50 a 70% da CTC), propriedades essas que muito contribuem no suprimento de nutrientes às plantas (KIEHL, 1979a).

A matéria orgânica é o elemento em torno do qual gravita a maioria dos princípios relativos à estruturação do solo e grande parcela do que se refere à sua fertilidade propriamente ditas. Tem no seu dinamismo, quer no que se relaciona com o seu comportamento físico, quer biológico, à razão de ser da sua decisiva influência no condicionamento da fertilidade do solo. (TIBAU,1984)

Além de fornecer nutrientes para a planta, a matéria orgânica apresenta também uma superfície ativa que absorve catiônicos em sítios de troca formada por grupos COOH e OH e pode complexar outros elementos como Fe, Cu, Mn, Ca e Mg. A absorção e a complexação de nutrientes podem ser apreciáveis, na verdade, em muitos solos minerais, a matéria

orgânica, além de funcionar como reserva para muitos nutrientes, N, P, S e B, por exemplo, é também o fator determinante de íons na solução do solo. (MALAVOLTA, 1976a)

Não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas quando comparadas as médias dos dois tratamentos para nenhuma das profundidades analisadas.

Na área cultivada com *Pinus*, embora as diferenças não tenham sido estatisticamente significativas, os teores de matéria orgânica em todas as profundidades foram menores que na mata nativa. Isso pode ter sido o resultado da interferência antrópica e manejo utilizado no cultivo dessa espécie e a própria qualidade da serapilheira produzida. Provavelmente o manejo do solo depois da retirada da mata nativa para implantação do *Pinus* resultou numa aceleração do processo de mineralização da matéria orgânica do horizonte A original do solo que não foi compensada pela adição de nova matéria orgânica resultante da decomposição das acículas. A decomposição das acículas em geral é mais lenta que da serapilheira das matas nativas. Sob condições ambientais desfavoráveis como de deficiência hídrica e/ou de nutrientes as acículas podem se acumular, originando horizontes orgânicos espessos onde podem ficar imobilizados os nutrientes nela contidos.

5.3.3 Saturação por Bases (V%)

Na área de estudo, a saturação por bases em todas as profundidades, e em ambos os tratamentos, foram classificadas como muito baixas (TABELA 6). Tal fato demonstra a pobreza química característica dos latossolos, que são solos altamente intemperizados. Observa-se então que este solo, apesar de possuir significativo número de cargas (representadas pela CTC), estas estão ocupadas em sua grande maioria por elementos ácidos (H e o Al).

TABELA 6 - Valores médios da saturação por bases (V%), por profundidades e por tratamentos, encontrados nas análises químicas nos solos, nas áreas amostradas

Profundidade do Solo (cm)	Tratamento						Comparativo entre as médias Pinus e Mata nativa p-valor < 0,05
	<i>Pinus taeda</i>			Mata nativa			
	Teor Médio	Desvio Padrão	Classificação**	Teor Médio	Desvio Padrão	Classificação**	* significativo ao nível de significância 5%
0 - 20	17,0	12,12	Muito baixo	18,3	6,42	Muito baixo	p = 0,8467
20 - 40	11,7	10,01	Muito baixo	10,3	4,50	Muito baixo	p = 0,8480
40 - 60	4,3	1,52	Muito baixo	7,3	0,57	Muito baixo	p = 0,0621
60 - 80	5,0	0,57	Muito baixo	7,0	2,64	Muito baixo	p = 0,3206
80 - 100	16,7	20,12	Muito baixo	6,7	0,57	Muito baixo	p = 0,4985

**Classificação segundo Comissão de Fertilidade do Solo - RS / SC, 2004.

A porcentagem de saturação em bases é considerada um importante fator na produtividade de um solo. Nelas encontram-se certas explicações para fenômenos ou condições do solo como acidez e alcalinidade, friabilidade, dispersão e floculação de argilas, além da sua influência na disponibilidade de cálcio, magnésio e potássio às plantas. A porcentagem de saturação em bases tem sido empregada como critério de distinção de solos quando se efetuam mapeamentos, distingue solos Eutróficos, com saturação de bases acima de 50% e solos Distróficos com menos de 50% (KIEHL, 1979b).

Não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias dos dois tratamentos,

Os latossolos, por serem solos altamente intemperizados e portanto submetidos a processo de lixiviação intenso, nas condições naturais, apresentam saturação de bases muito baixa. A mais alta saturação observada na parte mais superficial dos solos, se deve aos nutrientes ligados a matéria orgânica do horizonte A. A diminuição mais expressiva na profundidade de 40 a 80cm no solo sob Pinus, e o subsequente enriquecimento em bases da camada imediatamente inferior poderia ser um indicativo do processo de lixiviação de bases mais intenso causado pela predominância de ácidos fulvicos na composição da matéria orgânica originada da decomposição das acículas. Há necessidade de estudos e análises mais detalhados, pois isso seria um aspecto a ser considerado seriamente em áreas com produção continua dessa espécie, pois poderia estar contribuindo para a degradação do solo.

5.3.4 Saturação por Alumínio

Na TABELA 7 são apresentados os valores de Saturação de Alumínio dos solos das áreas de estudo.

TABELA 7 - Valores médios de saturação por alumínio (%), por profundidades por tratamentos, encontrados nas análises químicas dos solos, nas áreas amostradas

Profundidade do Solo (cm)	Tratamento						Comparativo entre as médias Pinus e Mata nativa
	<i>Pinus taeda</i>			Mata nativa			p-valor < 0,05
	Teor Médio	Desvio Padrão	Classificação**	Teor Médio	Desvio Padrão	Classificação**	* significativo ao nível de significância 5%
0 - 20	57,2	25,62	Alto	44,2	11,93	Alto	p = 0,4872
20 - 40	63,5	23,19	Alto	62,3	12,35	Alto	p = 0,9386
40 - 60	81,7	4,07	Alto	69,3	3,64	Alto	p = 0,01759 *
60 - 80	74,7	1,41	Alto	66,3	7,81	Alto	p = 0,2018
80 - 100	57,6	35,01	Alto	64,9	0,77	Alto	p = 0,7547

**Classificação segundo Comissão de Fertilidade do Solo - RS / SC, 2004.

O Alumínio é um dos principais elementos químicos responsáveis pela acidez do solo. A acidez em níveis elevados pode causar uma indisponibilidade dos nutrientes para as plantas (KIEHL, 1979c).

Com o aumento da acidez do solo ocorre uma solubilização dos constituintes do alumínio os quais liberam os seus íons que vão deslocar o H₃O adsorvido e ocupar as cargas negativas de colóides. (MALAVOLTA, 1976b)

Os valores da Saturação por Alumínio são importantes na análise da fertilidade do solo, pois indicam possíveis limitações ao cultivo de espécies ou variedades sensíveis ao alumínio (PAVAN, 1996).

De acordo com o teste T-student houve diferença estatisticamente significativa, quando comparadas às médias dos dois tratamentos apenas na profundidade de 40-60cm, embora os valores tenham sido relativamente mais altos até a profundidade de 80 cm no solo sob Pinus. A hipótese provável desse aumento estaria na composição química das acículas de *Pinus* que poderiam acidificar o solo, como consequência diminuir o pH estando relacionado diretamente com o aumento de alumínio trocável e a saturação de alumínio. Há necessidade de estudos mais aprofundados sobre esse assunto considerando as implicações que pode ter para a degradação do solo e aspectos nutricionais do próprio Pinus.

5.3.5 pH

Os valores de pH encontrados nos solos (TABELA 8) foram classificados como muito baixos, em todas as profundidades e em ambos os tratamentos. A variação com a

profundidade foi praticamente nula nos dois casos, mesmo considerando as diferenças na saturação por Al.

TABELA 8 - Valores médios do pH (CaCl₂), por profundidades e por tratamentos, encontrados, encontrados nas análises químicas dos solos, nas áreas amostradas

Profundidade do Solo (cm)	Tratamento						Comparativo entre as médias Pinus e Mata nativa p-valor < 0,05
	<i>Pinus taeda</i>			Mata nativa			
	Teor Médio	Desvio Padrão	Classificação**	Teor Médio	Desvio Padrão	Classificação**	* significativo ao nível de significância 5%
0 - 20	4,1	0,05	Muito baixo	4,2	0,1	Muito baixo	p = 0,1336
20 - 40	4,1	0,05	Muito baixo	4,2	0,11	Muito baixo	p = 0,6856
40 - 60	4,2	0,11	Muito baixo	4,2	0,11	Muito baixo	p = 1
60 - 80	4,2	0,1	Muito baixo	4,3	0,05	Muito baixo	p = 0,3868
80 - 100	4,2	0,05	Muito baixo	4,3	0,05	Muito baixo	p = 0,5185

**Classificação segundo Comissão de Fertilidade do Solo - RS / SC, 2005.

Solo ácido quer dizer solo com grande quantidade de íons de hidrogênio, pouco cálcio, pouco magnésio e potássio (às vezes), muito alumínio e muito manganês. Esses íons de hidrogênio estão em solução no solo ou fracamente presos às partículas de argila e de matéria orgânica de onde podem sair com facilidade, o mesmo acontecendo com o alumínio e o manganês.(MALAVOLTA, 1979)

O pH influencia no crescimento vegetal e na disponibilidade de nutrientes às raízes das plantas, propiciando condições favoráveis ou de toxidez; concorre igualmente para favorecer o desenvolvimento dos organismos que operam transformações úteis para melhorar as condições do solo (KIEHL, 1979d).

De acordo com o teste T-student as diferenças entre os tratamentos não foram estatisticamente significativas, e os valores são bastante próximos. Os resultados parecem indicar, que no caso analisado, o uso do solo com reflorestamento de Pinus ao longo de pelo menos 25 anos, não resultou numa redução do pH, embora não estejam sendo comparados os valores coletados exatamente no mesmo local. Nesse caso estamos assumindo que o pH medido na área de mata nativa adjacente, corresponde aos valores que seriam encontrados no solo antes do plantio do Pinus. Há necessidade de estudos mais aprofundados, principalmente em função dos dados observados sobre a saturação com Al e saturação por bases. Para os processos que ocorrem no solo, 25 anos ainda representam pouco tempo.

5.3.6 Fósforo (P)

Constatou-se uma diminuição nos teores de fósforo nas áreas reflorestadas comercialmente com *Pinus taeda*, quando comparado à Mata Nativa, embora as diferenças não tenham sido estatisticamente significativas. Essa diminuição ficou restrita às duas camadas superficiais (0-20 e 20-40 cm) (TABELA 9) O alto coeficiente de variação entre os dados (alto desvio padrão), indica a necessidade de um maior número de amostras para este elemento. Isto explica porque a diferença de quase duas vezes nos teores de P dessas camadas superficiais dos solos dos tratamentos não foi estatisticamente significativa.

TABELA 9 - Valores médios, em mg/dm³, de fósforo (P resina), por profundidades e por tratamentos, encontrados nas análises químicas dos solos, nas áreas amostradas.

Profundidade do Solo (cm)	Tratamento						Comparativo entre as médias Pinus e Mata nativa p-valor < 0,05 * significativo ao nível de 5%
	<i>Pinus taeda</i>			Mata nativa			
	Teor Médio	Desvio Padrão	Classificação**	Teor Médio	Desvio Padrão	Classificação**	
0 - 20	18,3	19,73	Muito alto	9,3	2,30	Alto	p = 0,5129
20 - 40	15,6	21,07	Alto	5,7	0,57	Médio	p = 0,4977
40 - 60	3,7	1,15	Baixo	4,0	2	Baixo	p = 0,8178
60 - 80	3,7	1,15	Baixo	3,3	0,57	Baixo	p = 0,6856
80 - 100	13,3	16,19	Alto	2,7	0,57	Baixo	p = 0,3722

**Classificação segundo RAIJ,1996.

O fósforo do solo ocorre quase exclusivamente como ortofosfato por se originar do ácido fosfórico, H₃PO₄, um átomo de fósforo central é rodeado por 4 oxigênio aos quais se liga. Quanto mais matéria orgânica tiver o solo, maior a fração orgânica do fósforo. É o elemento que mais freqüentemente limita a produção das culturas nas regiões subtropicais e tropicais. (MALAVOLTA,1976c)

De acordo com o teste T-student não houve diferença estatisticamente significativa ao nível de 5%, quando comparadas às médias dos dois tratamentos, embora nas camadas superficiais os teores do elemento no solo sob *Pinus* tenham sido duas vezes maiores. Esses maiores teores não são facilmente explicáveis, pois não parecem estar relacionados aos teores de MO, que foram um pouco mais altos no solo da mata nativa. Também é pouco provável que este acréscimo de fósforo se deva a serapilheira do *Pinus*, uma vez que o teor deste elemento nas acículas, em geral não é alto. Esses maiores teores na camada superficial

poderiam estar relacionados a um uso agrícola anterior desses solos que tivesse demandado adubação fosfatada, já que a quantidade de P neste tipo de solo seria naturalmente muito baixa. Em função das altas quantidades de óxidos Fe desses solos, o elemento poderia ter ficado fortemente retido na fração mineral. Também fica difícil explicar o aumento no teor de P no solo sob Pinus na camada de 80-100cm. Recomenda-se que para este elemento seja feita uma amostragem mais intensa, com maior número de repetições.

5.3.7 Potássio

Os resultados dos teores de K são apresentados no TABELA 10.

TABELA 10 - Valores médios, em mmolc/dm³, de potássio (K), por profundidades e tratamentos, encontrados nas análises químicas dos solos, nas áreas amostradas.

Profundidade do Solo (cm)	Tratamento						Comparativo entre as médias Pinus e Mata nativa p-valor < 0,05
	<i>Pinus taeda</i>			Mata nativa			
	Teor Médio	Desvio Padrão	Classificação**	Teor Médio	Desvio Padrão	Classificação**	* significativo ao nível de significância 5%
0 - 20	2,6	0,26	Médio	2,1	0,2	Médio	p = 0,03869 *
20 - 40	2,2	0,45	Médio	1,9	0,05	Médio	p = 0,3344
40 - 60	1,7	0,36	Médio	1,6	0,05	Médio	p = 0,589
60 - 80	1,9	0,60	Médio	1,4	0,15	Médio	p = 0,3387
80 - 100	1,9	0,41	Médio	1,6	0,37	Médio	p = 0,5127

**Classificação segundo Comissão de Fertilidade do Solo - RS / SC, 2005.

Os teores em todas as profundidades analisadas são considerados médios, embora se observe um ligeiro decréscimo ao longo do perfil.

O potássio, depois do nitrogênio, é o elemento mais exigido pela maioria das plantas cultivadas. A falta de potássio provoca muitas desordens na composição e na vida da planta. (MALAVOLTA, 1976)

O potássio interage com quase todos os outros nutrientes essenciais à planta. Ele é importante para: ativação enzimática; uso eficiente da água; fotossíntese; transporte de açúcares, água e movimento de nutrientes; síntese de proteínas; formação de amido e qualidade da cultura (POTAFOS, 1996).

De acordo com o teste T-student houve diferença estatisticamente significativa quando comparadas às médias dos dois tratamentos apenas na profundidade de 0-20 cm, com o solo sob o povoamento de Pinus apresentando os maiores teores. Estudos sobre ciclagem de

nutrientes (REISSMANN&WISNIEWSKI, 2000), mostram que uma porcentagem significativa de K, além de Mg, Mn, Al e Zn podem ser lixiviados da serapilheira, podendo ser incorporados aos horizontes do solo mineral.

5.3.8 Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg)

Os teores de Ca e Mg dos solos sob Pinus e mata nativa, podem ser vistos nas TABELAS 11 e 12. Nos dois solos, os valores de Ca nas camadas superficiais são considerados altos e mesmo em maior profundidade os teores são médios. Na mata nativa, os teores de Mg foram altos em todas as profundidades e sob Pinus, na profundidade de 40 a 80 cm ocorreu uma diminuição nos teores. Houve um aumento do teor de Mg na profundidade de 80 a 100 cm no solo sob o Pinus, da mesma forma como foi observado para o P.

TABELA 11 - Valores médios, em mmolc/dm³, de cálcio (Ca), por profundidades e tratamentos, encontrados nas análises químicas dos solos, nas áreas amostradas

Profundidade do Solo (cm)	Tratamento						Comparativo entre as médias Pinus e Mata nativa p-valor < 0,05 * significativo ao nível de significância 5%
	<i>Pinus taeda</i>			Mata nativa			
	Teor Médio	Desvio Padrão	Classificação**	Teor Médio	Desvio Padrão	Classificação**	
0 - 20	22,0	20,66	Alto	18,6	10,96	Alto	p = 0,8208
20 - 40	14,3	16,28	Alto	7,7	4,72	Alto	p = 0,5573
40 - 60	3,0	1	Médio	4,3	0,57	Alto	p = 0,1336
60 - 80	3,0	1	Médio	3,7	1,15	Médio	p = 0,4226
80 - 100	13,0	18,19	Alto	3,0	1	Médio	p = 0,4416

**Classificação segundo Comissão de Fertilidade do Solo - RS / SC, 2004

Tabela 12 - Valores médios, em mmolc/dm³, de magnésio (Mg), por profundidades e tratamentos, encontrados nas análises químicas dos solos, nas áreas amostradas

Profundidade do Solo (cm)	Tratamento						Comparativo entre as médias Pinus e Mata nativa p-valor < 0,05 * significativo ao nível de significância 5%
	<i>Pinus taeda</i>			Mata nativa			
	Teor Médio	Desvio Padrão	Classificação**	Teor Médio	Desvio Padrão	Classificação**	
0 - 20	6	5	Alto	7,7	1,15	Alto	p = 0,6255
20 - 40	5	4,58	Alto	4,7	2,51	Alto	p = 0,9188
40 - 60	1	0,57	Médio	3	1	Alto	p = 0,07418
60 - 80	1	0,57	Médio	2,3	2,3	Alto	p = 0,4226
80 - 100	3,3	4,04	Alto	1,3	0,57	Alto	p = 0,4825

**Classificação segundo Comissão de Fertilidade do Solo - RS / SC, 2004

Ao contrário do potássio, o cálcio apresenta maior proporção na planta em formas insolúveis em água, ou seja, ele é imóvel no floema das plantas. Quanto maior a concentração de potássio e magnésio no meio menor será a adsorção do cálcio. A falta de cálcio faz com que as raízes das plantas se desenvolvam e funcionem mal, absorvendo menos nutrientes do que as normais podendo mesmo perder íons previamente absorvidos. (MALAVOLTA,1976d)

Diferentemente do cálcio, o magnésio é bastante móvel no floema das plantas de modo que a sua redistribuição é fácil. A sua absorção, entre outros fatores, depende do nível de potássio no substrato, se a proporção K/Mg no meio for suficientemente alta diminui a absorção de magnésio de tal modo que a planta poderá ficar deficiente nesse elemento. (MALAVOLTA, 1976e)

Para ambos os nutrientes não houve diferença estatisticamente significativa quando comparadas às médias dos dois tratamentos, embora nas camadas superficiais (até 40 cm) os teores de Ca tenham sido um pouco maiores no solo sob o *Pinus*. Na serapilheira acumulada sob plantios de *Pinus* podem ficar armazenadas quantidades consideráveis de Ca (REISSMANN & WISNIEWSKI, 2000), que são incorporados à camada superficial do solo mineral quando ocorre a decomposição.

6 CONCLUSÕES

A profundidade de enraizamento nos dois solos foi a mesma, indicando que o *Pinus* não encontrou dificuldade de para estabelecer suas raízes no solo que apresenta características altamente favoráveis de estrutura e porosidade, mesmo que algumas características químicas possam até ser consideradas como limitantes.

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas na granulometria dos solos, exceto um aumento na fração areia na profundidade de 80-100cm do solo cultivado com *Pinus*. Mesmo assim não houve alteração na classe textural. Alterações na granulometria não ocorreriam em tão pouco espaço de tempo e seriam um resultado do processo de intemperismo do solo.

Não houve alterações significativas entre o solo sob *Pinus taeda* e a Mata Nativa quanto aos atributos: matéria orgânica, teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e saturação por bases nas profundidades do solo até 100cm, exceto para o potássio na profundidade de 0 a 20cm. Nesta profundidade o solo cultivado com *Pinus taeda* apresentou

um aumento de 23% o teor deste elemento quando comparado com o da Mata nativa. A CTC e a saturação de alumínio tiveram alterações significativas no solo sob *Pinus* apenas nas profundidades de 20-40cm e 40-60 cm respectivamente.

Os teores de P apresentaram grande variação, atestada pelo alto desvio padrão das médias para ambos os solos, o que inviabiliza uma análise criteriosa do comportamento deste elemento em função do tratamento.

Nas condições deste estudo, os resultados observados não indicam uma alteração nas características químicas do solo que possa ser atribuída ao cultivo com o *Pinus*. No entanto, considerando que em geral, os processos que ocorrem no solo, são lentos, há necessidade de aprofundamento e intensificação dos estudos e análises tanto neste como em outros ambientes onde a espécie é plantada em larga escala. Sugere-se que as amostragens sejam feitas a intervalos menores de profundidade para detectar pequenas variações. Pesquisas de longo prazo são imprescindíveis, de modo a fundamentar e monitorar essas pequenas alterações observadas em função do cultivo do *Pinus* comparado com a Mata Nativa nessas condições edafo-climáticas, para garantir a sustentabilidade ambiental da atividade florestal.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. C. de; VAN RAIJI B., CANTARELLA H. , QUAGGIO J.A. . **Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo Ceres, 2001. 285p.

ANDERSON, D. R. **Estatística Aplicada à Administração e Economia**. São Paulo: Pioneira, tradução da 2.ed. norte-americana, 2003.

Boletim técnico AFUBRA Vol 3, **Floresta e o Solo**, 2003. [on line] Disponível em <http://www.afubra.com.br>

CFS – RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. – RS / SC – Comissão de Fertilidade do Solo. Passo Fundo. SBRS – Núcleo Regional Sul/EMBRAPA-CNPT, 2004. 128 p.

DAROS, E.; **Alterações Provocadas pelo Florestamento de *Pinus elliottii* na Fertilidade de dois solos na Região da Lapa PR.** Curitiba, Dissertação de mestrado Universidade Federal do Paraná UFPR, Curitiba Brasil (1982).

DE PAULA, J. E.; ALVES, J. L. H. **Madeiras nativas.** Brasília DF: Fundação Mokiti Okada, 1997. 520p.

EMBRAPA; **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná.** Londrina PR: EMBRAPA, 1984. 788p. (EMBRAPA. Boletim Técnico, 27).

EMBRAPA; **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília DF, Serviço de Produção de Informação, 2006,. 411p.

EMBRAPA; SNLC. Manual de Métodos de Análises de Solo, 1979.

FERREIRA, C. A. **Pesquisas Sobre Nutrição de *Pinus* no Sul do Brasil,** REMADE nº 83 - ano 14 - Agosto de 2004 [on line] disponível em <http://www.remade.com.br> acesso em 15 de janeiro de 2006.

GONÇALVES, J. L. de MORAES; **Recomendações de Adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e Espécies Típicas da Mata Atlântica.** Piracicaba, Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz USP, São Paulo Brasil(1995) Documentos Florestais.

GONÇALVES, J. L. de MORAES; BENEDETTI, V, **Nutrição Fertilização Florestal,** Piracicaba, Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz USP, São Paulo Brasil (2.000).

INSTITUTO CAMPINEIRO DE ENSINO AGRÍCOLA; **Fertilidade dos Solos.** CampinasDF, 1976,. 384p.

KIEHL, E. J.; **Manual de Edafologia.** São Paulo: Editora Agronômica “CERES”, 1979 Brasil.

LOPES, M. I . M. S.; **Influência do Cultivo de Pinus Sobre Algumas Características de Um Latossolo vermelho-escuro Primitivamente sob Vegetação de cerrado.** Piracicaba, Dissertação de mestrado Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz USP, São Paulo Brasil(1983).

LUCHESE, E. B; LENZI, E; FAVERO, L, O, B, **Fundamento da Química do Solo**, Rio de Janeiro: Freitas Barros Editora, 2ª edição, (2002).

MALAVOLTA, E, **Manual de Química Agrícola**, São Paulo SP, Editora Agronômica Ceres Ltda, 1976.

MALAVOLTA, E, **ABC da Adubação**, São Paulo SP, Editora Agronômica Ceres Ltda, 4ª edição , 1979.

MONTGOMERY, D. C. **Estatística Aplicada e Probabilidade Para Engenheiros.** Rio de Janeiro: LTC, 2ª ed, 2003.

PRITCHETT,W. & ZWINFOR, K. R. **Response of slash pine to colloidal phosphate fertilization.** Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 25:397-400,1961

RAIJ, B. V; QUAGGIO, J. A; CANTARELLA, H; ANDRADE, J. C, **Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais**, Campinas SP, IAC, 2001, 285p.

RAIJ, B. V; QUAGGIO e outros, **Análise Química do Solo para Fins de Fertilidade**, 1.979.

REISSMANN, C. B.; WISNIEWSKI, C. **Aspectos nutricionais de plantios de Pinus.** [on line], Disponível em <http://agrarias.ufpr.br/~mrlima/pesquisas/R001.htm>. Acesso em: 23 de novembro de 2005.

REISSMANN, C. B. **Exigências Nutricionais nos Plantios de Pinus.** REMADE nº 68 - ano 12 - dezembro de 2002 [on line] disponível em <http://www.remade.com.br> acesso em 15 de Janeiro de 2006.

SANTOS, HUNBERTO G. dos; **Latossolos do Brasil**. [on line], Disponível em <http://www.cnps.embrapa.br/search/pesqs/tema1/tema1.html>

SILVA, N.M., CARVALHO, L.H., CIA, E. et al Arquivo do Agrônomo. **Potafos**. Piracicaba SP, n.10, 1996 Março. 25p.

TESTA, V. M.;ESPIRITO SANTO, F. R. C. do. **Principais Solos do Oeste Catarinense: aspectos gerais para identificação no campo e suas principais limitações ao uso agrícola**. Florianópolis SC: EPAGRI, 1992. 75p. (EPAGRI. Boletim Técnico, 60).

TIBAU, A. O, **Matéria Orgânica e Fertilidade do Solo**, São Paulo SP, Livraria Nobel S.A., 3ª edição 1984.

VIEIRA, L. S. , VIEIRA, M. N. F.; **Manual de Morfologia e Classificação de Solos**. São Paulo: Editora Agronômica “CERES” 2ª edição, 1983 Brasil.

ANEXO 1

Resultados das Análises Física e Química do solo, objeto de estudos, nos dois tratamentos, realizados pela Fundação ABC de Castro/Pr, no período de 09/12/2005 a 10/01/2006, laudos números 1456 e 1469.



Laboratório de Solos e Plantas

Fundação ABC

Boletim de Análise de Solos

O(s) resultado(s) dest(a) análise(s) limitam-se apenas às amostras enviadas ao laboratório



Análise Física

Cód. Cliente: 3284

Matricula: e-mail:

Fone:

Empresa: Particular

Nome: CONGUASUL

Data Entrada: 9/12/2005 Cód. Pedido: 1456

Endereço:

Data Saída: 10/1/2006

N.Labor	Descrição	Argila g/kg	Silte g/kg	Areia g/kg
10214	Faz.Matal-PinusA1,2,3 - 0-20	509	421	70
10215	Faz.Matal-PinusA1,2,3 -20-40	651	270	79
10216	Faz.Matal-PinusA1,2,3 -40-60	895	239	66
10217	Faz.Matal-PinusA1,2,3 -60-80	675	252	73
10218	Faz.Matal-PinusA1,2,3-80-100	630	282	88
10219	Faz.Matal-NativaA4,5,6- 0-20	702	230	68
10220	Faz.Matal-NativaA4,5,6-20-40	701	244	55
10221	Faz.Matal-NativaA4,5,6-40-60	684	264	52
10222	Faz.Matal-NativaA4,5,6-60-80	744	206	50
10223	Faz.Matal-NativaA4,5,6-80-100	755	197	48

N. Amostras: 10

Não nos responsabilizamos pela coleta de amostras.

Neste boletim de análise não constam recomendações de adubação e calagem.

Solicitante: mesmo

Debitar: Particular

Lab.: Eng. Agr. M.Sc. Valnei Pauletti
CREA 24097-D

FUNDAÇÃO ABC PARA ASSISTÊNCIA E DIVULGAÇÃO TÉCNICA AGROPECUÁRIA
RODOVIA PR 151 - KM 288 - TELEFAX: (42) 3232-2662 - CAIXA POSTAL 1003 - CEP 84165-700 - CASTRO - PARANÁ
E-mail: fabco@fundacaoabc.org.br / <http://www.fundacaoabc.org.br>
CNPJ 78.594.025/0001-58 - Insc. Estadual: 9612385371



Laboratório de Solos e Plantas

Fundação ABC

Boletim de Análise de Solos

O(s) resultado(s) desta(s) análise(s) limitam-se apenas às amostras enviadas ao laboratório

2005

Programa de Qualidade de Análise de Solo - Sistema IAC

Análise Básica +Al +S

Análise de Rotina

Cód. Cliente: 3284 Matricula: e-mail:
 Fone: Empresa: Particular
 Nome: CONGUASUL Data Entrada: 16/12/2005 Cód. Pedido: 1469
 Endereço Data Saída: 3/1/2006

N.Labor.	Descrição	P resina mg/dm ³	M.O g/dm ³	pH CaCl ₂	H + Al -----	Al ³⁺ -----	K -----	Ca mmolc/dm ³	Mg -----	SB -----	CTC -----	V -----	Al -----
10343	Matal - Nativa A4 0-20	8	68	4,3	121	19	2,0	31	9	42,0	163,0	26	31,1
10344	Matal - Nativa A4 20-40	5	65	4,3	121	21	1,8	13	7	21,8	142,8	15	49,1
10345	Matal - Nativa A4 40-60	2	48	4,3	121	21	1,6	5	4	10,6	131,6	8	66,5
10346	Matal - Nativa A4 60-80	4	44	4,3	109	16	1,6	5	5	11,6	120,6	10	58,0
10347	Matal - Nativa A4 80-100	2	36	4,3	88	11	1,2	3	2	6,2	94,2	7	64,0
10348	Matal - Nativa A5 0-20	12	64	4,2	121	21	1,8	15	7	23,8	144,8	16	46,9
10349	Matal - Nativa A5 20-40	6	56	4,1	121	23	1,9	6	5	12,9	133,9	10	64,1
10350	Matal - Nativa A5 40-60	4	38	4,1	109	18	1,5	4	3	8,5	117,5	7	67,9
10351	Matal - Nativa A5 60-80	3	28	4,2	109	15	1,4	3	1	5,4	114,4	5	73,5
10352	Matal - Nativa A5 80-100	3	27	4,2	98	11	1,8	3	1	5,8	103,8	6	65,5
10353	Matal - Nativa A6 0-20	8	60	4,1	121	23	2,2	10	7	19,2	140,2	14	54,5
10354	Matal - Nativa A6 20-40	6	44	4,1	121	22	1,9	4	2	7,9	128,9	6	73,6
10355	Matal - Nativa A6 40-60	6	38	4,1	109	21	1,6	4	2	7,6	116,6	7	73,4
10356	Matal - Nativa A6 60-80	3	29	4,3	88	11	1,3	3	1	5,3	93,3	6	67,5
10357	Matal - Nativa A6 80-100	3	27	4,3	80	11	1,9	3	1	5,9	85,9	7	65,1

N. Amostras: 30

Classe	pH CaCl ₂	Ca ²⁺ -----	Mg ²⁺ -----	K ⁺ -----	S-SO ₄ mg dm ⁻³	V %	P(resina) mg dm ⁻³
Muito Baixo	≤ 4,3	-	-	≤ 0,7	-	≤ 25	≤ 6
Baixo	4,4 - 5,0	≤ 3	≤ 4	0,8 - 1,5	≤ 4	26 - 50	7 - 15
Médio	5,1 - 5,5	4 - 7	5 - 8	1,6 - 3,0	5 - 10	51 - 70	16 - 40
Alto	5,6 - 6,0	> 7	> 8	3,1 - 6,0	> 10	71 - 90	41 - 80
Muito Alto	> 6	-	-	> 6,0	-	> 90	> 80

Limites de valores de interpretação de determinações em solos (adaptado de RAIJ, et al., 1996).

O selo de qualidade corresponde às determinações de pH (Acidez Ativa), H+Al (Acidez Potencial), M.O, P, K, Ca e Mg.

Solicitante: O mesmo

Debitar: Particular

Lab.: Eng. Agr. M.Sc. Volnei Pasletti
 CREA 24.007-D

FUNDAÇÃO ABC PARA ASSISTÊNCIA E DIVULGAÇÃO TÉCNICA AGROPECUÁRIA

RODOVIA PR 151 - KM 288 - TELEFAX: (42) 3232-2652 - CAIXA POSTAL, 1009 - CEP 84165-700 - CASTRO - PARANÁ

E-mail: fabc@fundacaoabc.org.br / http://www.fundacaoabc.org.br

CNPJ 78.594.025/0001-58 - Insc. Estadual: 90123853-71



Laboratório de Solos e Plantas

Fundação ABC

Boletim de Análise de Solos

O(s) resultado(s) desta(s) análise(s) limitam-se apenas às amostras enviadas ao laboratório



Análise de Rotina

Cód. Cliente: 3284 **Matricula:** **e-mail:**
Fone: **Empresa:** Particular
Nome: CONGUASUL **Data Entrada:** 16/12/2005 **Cód. Pedido:** 1469
Endereço: **Data Saída:** 3/1/2006

N.Labor.	Descrição	P resina mg/dm ³	M.O g/dm ³	pH CaCl ₂	H + Al -----	Al -----	K -----	Ca mmolc/dm ³	Mg -----	SB -----	CTC -----	V -----%	Al -----
10328	Matal - Pinus Taedae A1 0-20	9	58	4,1	121	25	2,5	19	6	27,5	148,5	19	47,6
10329	Matal -Pinus Taedae A1 20-40	3	43	4,1	150	26	1,8	7	4	12,8	162,8	8	67,0
10330	Matal -Pinus Taedae A1 40-60	3	36	4,1	121	25	2,1	4	1	7,1	129,1	6	77,9
10331	Matal -Pinus Taedae A1 60-80	3	26	4,1	98	17	1,3	3	1	5,3	103,3	5	76,2
10332	Matal-Pinus Taedae A1 80-100	32	17	4,2	64	10	2,2	34	8	44,2	109,2	41	18,5
10333	Matal - Pinus Taedae A2 0-20	41	58	4,1	150	35	2,9	44	11	57,9	207,9	28	37,7
10334	Matal -Pinus Taedae A2 20-40	40	48	4,1	150	29	2,7	33	10	45,7	195,7	23	38,8
10335	Matal -Pinus Taedae A2 40-60	5	37	4,1	121	24	1,6	3	1	5,6	126,6	4	81,1
10336	Matal -Pinus Taedae A2 60-80	5	30	4,2	121	19	2,5	3	1	6,5	127,5	5	74,5
10337	Matal-Pinus Taedae A2 80-100	5	20	4,2	98	13	2,0	3	1	6,0	104,0	6	88,4
10338	Matal - Pinus Taedae A3 0-20	5	48	4,0	166	40	2,4	3	1	6,4	172,4	4	86,2
10339	Matal -Pinus Taedae A3 20-40	5	42	4,2	166	24	2,1	3	1	6,1	172,1	5	84,8
10340	Matal -Pinus Taedae A3 40-60	3	36	4,3	135	27	1,4	2	1	4,4	139,4	3	86,0
10341	Matal -Pinus Taedae A3 60-80	3	20	4,3	109	16	1,8	3	1	5,8	114,8	5	73,4
10342	Matal-Pinus Taedae A3 80-100	3	31	4,3	135	27	1,4	2	1	4,4	139,4	3	86,0

N. Amostras:	30	Classe	pH CaCl ₂	Ca ²⁺ mmolc dm ⁻³	Mg ²⁺ mmolc dm ⁻³	K ⁺ mmolc dm ⁻³	S-SO ₄ mg dm ⁻³	V %	P(resina) mg dm ⁻³
		Muito Baixo	≤ 4,3	-	-	≤ 0,7	-	≤ 25	≤ 6
<i>Limites de valores de interpretação de determinações em solos (adaptado de RAIJ, et al., 1996)</i>									
		Baixo	4,4 - 5,0	≤ 3	≤ 4	0,8 - 1,5	≤ 4	26 - 50	7 - 15
		Médio	5,1 - 5,5	4 - 7	5 - 8	1,6 - 3,0	5 - 10	51 - 70	16 - 40
		Alto	5,6 - 6,0	> 7	> 8	3,1 - 6,0	> 10	71 - 90	11 - 80
		Muito Alto	> 6	-	-	> 6,0	> 10	> 90	> 80

Solicitante: O mesmo

Debitar: Particular

Lab.: Eng. Agr. M.Sc. Volnei Pauletti
CREA 24.907-D

FUNDAÇÃO ABC PARA ASSISTÊNCIA E DIVULGAÇÃO TÉCNICA AGROPECUÁRIA
 RODOVIA PR 151 - KM 288 - TELEFAX: (42) 3232-2662 - CAIXA POSTAL, 1003 - CEP 84165-700 - CASTRO - PARANÁ
 E-mail: fabc@fundacaoabc.org.br / http://www.fundacaoabc.org.br
 CNPJ 78.594.025/0001-58 - Insc. Estadual: 90123853-71

ANEXO 2

TABELA - Determinação da Profundidade Efetiva do Solo nos tratamentos

Determinação da Profundidade Efetiva do Solo							
Tratamento							
Pinus Taeda				Mata Nativa			
U.A 01	U.A 02	U.A 03	Média	U.A 04	U.A 05	U.A 06	Média
2,5m	2,5m	2,6m	2,5m	2,7m	2,6m	2,4m	2,5m

ANEXO 3

Testes de comparação das médias de Pinus e Mata nativa no teste T-Student.

1) CTC

Profundidade 0-20 cm

Welch Two Sample t-test

data: pinus and mata

$t = 1.4475$, $df = 2.634$, $p\text{-value} = 0.2554$

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-37.21870 91.08537

sample estimates:

mean of x mean of y

176.2667 149.3333

Profundidade 20-40 cm

Welch Two Sample t-test

data: pinus and mata

$t = 3.93$, $df = 2.669$, $p\text{-value} = 0.03617$

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

5.434757 77.898577

sample estimates:

mean of x mean of y

176.8667 135.2000

Profundidade 40-60cm

Welch Two Sample t-test

data: pinus and mata

$t = 1.4985$, $df = 3.872$, $p\text{-value} = 0.2107$

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-8.305448 27.238782

sample estimates:

mean of x mean of y

131.3667 121.9000

Profundidade 60-80cm

Welch Two Sample t-test

data: pinus and mata

$t = 0.5329$, $df = 3.893$, $p\text{-value} = 0.6231$

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-24.60930 36.14264

sample estimates:

mean of x mean of y

115.2000 109.4333

Profundidade 80-100 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
t = 1.8339, df = 2.82, p-value = 0.1699
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-18.04481 63.17814
sample estimates:
mean of x mean of y
117.20000 94.63333

2) MO

Profundidade 0-20 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
t = -2.3016, df = 3.56, p-value = 0.09096
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-21.162216 2.495549
sample estimates:
mean of x mean of y
54.66667 64.00000

Profundidade 20-40cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
t = -1.6604, df = 2.338, p-value = 0.2204
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-35.89619 13.89619
sample estimates:
mean of x mean of y
44.33333 55.33333

Profundidade 40-60cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
t = -1.4926, df = 2.04, p-value = 0.2718
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-19.146259 9.146259
sample estimates:
mean of x mean of y
36.33333 41.33333

Profundidade 60-80cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
t = -1.4041, df = 3.147, p-value = 0.2509
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-26.73021 10.06355
sample estimates:
mean of x mean of y
25.33333 33.66667

Profundidade 80-100cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
 $t = -1.4084$, $df = 3.594$, $p\text{-value} = 0.2394$
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-22.457068 7.790401
sample estimates:
mean of x mean of y
22.66667 30.00000

3) V%

Profundidade 0-20 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
 $t = -0.2104$, $df = 3.042$, $p\text{-value} = 0.8467$
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-26.68474 23.35140
sample estimates:
mean of x mean of y
17.00000 18.66667

Profundidade 20-40 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
 $t = 0.2102$, $df = 2.779$, $p\text{-value} = 0.848$
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-19.79083 22.45750
sample estimates:
mean of x mean of y
11.66667 10.33333

Profundidade 40-60 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
 $t = -3.182$, $df = 2.56$, $p\text{-value} = 0.06215$
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-6.3143695 0.3143695
sample estimates:
mean of x mean of y
4.333333 7.333333

Profundidade 60-80 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
 $t = -1.3093$, $df = 2$, $p\text{-value} = 0.3206$
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-8.572411 4.572411
sample estimates:
mean of x mean of y
5 7

Profundidade 80-100 cm

Welch Two Sample t-test

data: pinus and mata

$t = 0.8195$, $df = 2.003$, $p\text{-value} = 0.4985$

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-42.42602 62.42602

sample estimates:

mean of x mean of y

16.666667 6.666667

4) Al %

Profundidade 0-20 cm

Welch Two Sample t-test

data: pinus and mata

$t = 0.7965$, $df = 2.829$, $p\text{-value} = 0.4872$

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-40.76631 66.76631

sample estimates:

mean of x mean of y

57.16667 44.16667

Profundidade 20-40 cm

Welch Two Sample t-test

data: pinus and mata

$t = 0.0835$, $df = 3.05$, $p\text{-value} = 0.9386$

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-46.57392 49.10726

sample estimates:

mean of x mean of y

63.53333 62.26667

Profundidade 40-60 cm

Welch Two Sample t-test

data: pinus and mata

$t = 3.9247$, $df = 3.951$, $p\text{-value} = 0.01759$

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

3.584715 21.215285

sample estimates:

mean of x mean of y

81.66667 69.26667

Profundidade 60-80 cm

Welch Two Sample t-test

data: pinus and mata

$t = 1.8247$, $df = 2.13$, $p\text{-value} = 0.2018$

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-10.25056 26.98390

sample estimates:

mean of x mean of y

74.70000 66.33333

Profundidade 80-100 cm

Welch Two Sample t-test

data: pinus and mata
t = -0.3577, df = 2.002, p-value = 0.7547
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-94.15323 79.68656
sample estimates:
mean of x mean of y
57.63333 64.86667

5) pH

Profundidade 0-20 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
t = -2, df = 3.2, p-value = 0.1336
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-0.33818860 0.07152193
sample estimates:
mean of x mean of y
4.066667 4.200000

Profundidade 20-40 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
t = -0.4472, df = 2.941, p-value = 0.6856
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-0.2732454 0.2065788
sample estimates:
mean of x mean of y
4.133333 4.166667

Profundidade 40-60 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
t = 0, df = 4, p-value = 1
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-0.2617658 0.2617658
sample estimates:
mean of x mean of y
4.166667 4.166667

Profundidade 60-80 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
t = -1, df = 3.2, p-value = 0.3868
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-0.2715219 0.1381886
sample estimates:
mean of x mean of y
4.200000 4.266667

Profundidade 80-100 cm

Welch Two Sample t-test

data: pinus and mata

$t = -0.7071$, $df = 4$, $p\text{-value} = 0.5185$

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-0.16421621 0.09754954

sample estimates:

mean of x mean of y

4.233333 4.266667

6) P resina

Profundidade 0-20 cm

Welch Two Sample t-test

data: pinus and mata

$t = 0.7847$, $df = 2.055$, $p\text{-value} = 0.5129$

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-39.11073 57.11073

sample estimates:

mean of x mean of y

18.333333 9.333333

Profundidade 20-40 cm

Welch Two Sample t-test

data: pinus and mata

$t = 0.8214$, $df = 2.003$, $p\text{-value} = 0.4977$

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-42.30818 62.30818

sample estimates:

mean of x mean of y

15.666667 5.666667

Profundidade 40-60 cm

Welch Two Sample t-test

data: pinus and mata

$t = -0.25$, $df = 3.2$, $p\text{-value} = 0.8178$

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-4.430439 3.763772

sample estimates:

mean of x mean of y

3.666667 4.000000

Profundidade 60-80 cm

Welch Two Sample t-test

data: pinus and mata

$t = 0.4472$, $df = 2.941$, $p\text{-value} = 0.6856$

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-2.065788 2.732454

sample estimates:

mean of x mean of y

3.666667 3.333333

Profundidade 80-100 cm

Welch Two Sample t-test

data: pinus and mata
t = 1.14, df = 2.005, p-value = 0.3722
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-29.49610 50.82943
sample estimates:
mean of x mean of y
13.333333 2.666667

7) Potássio

Profundidade 0-20 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
t = 3.1334, df = 3.723, p-value = 0.03869
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
0.05238673 1.14761327
sample estimates:
mean of x mean of y
2.6 2.0

Profundidade 20-40 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
t = 1.25, df = 2.063, p-value = 0.3344
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-0.7808726 1.4475392
sample estimates:
mean of x mean of y
2.200000 1.866667

Profundidade 40-60 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
t = 0.6325, df = 2.102, p-value = 0.589
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-0.7326601 0.9993268
sample estimates:
mean of x mean of y
1.700000 1.566667

Profundidade 60-80 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
t = 1.207, df = 2.256, p-value = 0.3387
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-0.9550614 1.8217280
sample estimates:
mean of x mean of y
1.866667 1.433333

Profundidade 80-100 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata

t = 0.7182, df = 3.964, p-value = 0.5127
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-0.6719165 1.1385832
sample estimates:
mean of x mean of y
1.866667 1.633333

8) Cálculo

Profundidade 0-20 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
t = 0.2468, df = 3.044, p-value = 0.8208
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-39.30083 45.96750
sample estimates:
mean of x mean of y
22.0 18.66667

Profundidade 20-40 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
t = 0.6808, df = 2.334, p-value = 0.5573
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-30.18058 43.51391
sample estimates:
mean of x mean of y
14.333333 7.666667

Profundidade 40-60 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
t = -2, df = 3.2, p-value = 0.1336
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-3.3818860 0.7152193
sample estimates:
mean of x mean of y
3.0 4.333333

Profundidade 60-80 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
t = -1, df = 2, p-value = 0.4226
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-3.535102 2.201768
sample estimates:
mean of x mean of y
3.0 3.666667

Profundidade 80-100 cm

Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata

t = 0.952, df = 2, p-value = 0.4416
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-35.19492 55.19492
sample estimates:
mean of x mean of y
13 3

9) Magnésio

Profundidade 0-20 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
t = -0.5625, df = 2.213, p-value = 0.6255
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-13.308961 9.975627
sample estimates:
mean of x mean of y
6.0 7.666667

Profundidade 20-40 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
t = 0.1104, df = 3.106, p-value = 0.9188
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-9.090306 9.756973
sample estimates:
mean of x mean of y
5.0 4.666667

Profundidade 40-60 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
t = -3.4641, df = 2, p-value = 0.07418
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-4.4841377 0.4841377
sample estimates:
mean of x mean of y
1 3

Profundidade 60-80 cm
Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata
t = -1, df = 2, p-value = 0.4226
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-7.070204 4.403537
sample estimates:
mean of x mean of y
1.000000 2.333333

Profundidade 80-100 cm

Welch Two Sample t-test
data: pinus and mata

t = 0.8485, df = 2.082, p-value = 0.4825
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-7.769852 11.769852
sample estimates:
mean of x mean of y
3.333333 1.333333