

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS - CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO EM MANEJO DO SOLO

GABRIELA SALAMI

ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREA DE
PRESERVAÇÃO PERMANENTE COM E SEM REGENERAÇÃO
NATURAL APÓS COLHEITA DE PINUS sp. NA SERRA
CATARINENSE

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre no Curso de Pós-Graduação em Manejo do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

Orientador (a): Dra. Mari Lucia Campos

LAGES – SC

2012

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Renata Weingärtner Rosa – CRB 228/14ª Região
(Biblioteca Setorial do CAV/UEDESC)

Gabriela Salami

Atributos físicos e químicos do solo em área de preservação permanente com e sem regeneração natural após colheita de *Pinus sp.* na Serra Catarinense / Gabriela Salami; Orientador: Mari Lucia Campos. – Lages, 2012.
65f.

Inclui referências.

Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias / UEDESC.

1. Parâmetros de qualidade do solo. 2. Florestamento. 3. Recuperação de áreas degradadas. 4. Análise de discriminante canônica. I. Título.

CDD – 631.43

GABRIELA SALAMI

**ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREA DE
PRESERVAÇÃO PERMANENTE COM E SEM REGENERAÇÃO
NATURAL APÓS COLHEITA DE PINUS sp. NA SERRA
CATARINENSE**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

Aprovado em: / /2012

Homologado em: / /2012

Banca examinadora:

Orientadora/presidenta: Dra. Mari Lucia Campos
(UDESC/Lages - SC)

Dr. Cleimon do Amaral Dias
Diretor Geral do Centro de Ciências
Agroveterinárias – UDESC/Lages – SC

Membro: Dr. Ildegardis Bertol
UDESC/Lages - SC

Dr. Leonardo Rufato
Coordenador do Programa de Pós Graduação
em Ciências Agrárias – UDESC/Lages - SC

Membro: Dra. Márcia Aparecida Simonete
Klabin – Otacílio Costa/SC

Dr. Luciano Colpo Gatiboni
Coordenador Técnico do Curso de Mestrado
em Manejo do Solo – UDESC/Lages – SC

Lages, Santa Catarina
10 de Fevereiro de 2012.

A minha sempre presente e amada
família,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Considerando este trabalho como resultado de uma longa caminhada, agradecer pode não ser tarefa fácil, nem justa. Para não correr o risco da injustiça, agradeço de antemão a todos que de alguma forma passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem sou hoje.

Agradeço:

A Deus, que ilumina meu caminho a cada dia.

A UDESC pela oportunidade de ensino e a CAPES pela bolsa concedida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, pelo ensino e condições de trabalho.

Agradeço, particularmente a algumas pessoas pela contribuição direta na construção deste trabalho:

Aos meus pais, Neli e Moacir, que mesmo quando, em algumas vezes eu não tivesse feito a melhor escolha, me apoiaram incondicionalmente, e assim transformamos juntos esta, em “a escolha certa”.

A minha irmã, Bruna, que mesmo pela difícil convivência juntas, longe da casa de nossos pais, sempre esteve ao meu lado me dando apoio.

A professora Dra. Mari Lucia Campos pela valiosa orientação, dedicação, apoio científico, pelo incentivo e amizade construída neste percurso.

Aos professores do programa de Pós-Graduação em Manejo do Solo pelas informações adquiridas e convívio durante o curso.

Aos bolsistas voluntários que me auxiliaram em todas as coletas e análises: Bruno, Leandro, Maria Cecília, Jaqueline, Josieli, Caio e Bárbara, muito obrigada, sem vocês não teria conseguido finalizar com sucesso as minhas atividades.

Aos colegas de Pós Graduação Rodrigo Luciano e André da Costa por nunca me dizerem não, e estarem sempre à disposição para tirar minhas dúvidas nas análises.

A todos os colegas de mestrado pelos ensinamentos e pela amizade. Anelize, Janaina, Luciana, Juliana, Luiz, Ilton, Alessandra, Karina, Juliano, Felipe... serei eternamente grata pela amizade.

Para finalizar, agradeço ao meu anjo, Willian Wagner, que mesmo ausente deste mundo, está sempre ao meu lado me auxiliando nas tomadas de decisão.

A vocês agradeço do fundo do meu coração.

"Eu fui à Floresta porque queria viver livre.

**Eu queria viver profundamente, e
sugar a própria essência da vida...
expurgar tudo o que não fosse vida; e
não, ao morrer, descobrir que não
havia vivido".**

Henry David

RESUMO

SALAMI, Gabriela. **Atributos físicos e químicos do solo em área de preservação permanente com e sem regeneração natural após colheita de *Pinus* sp. na serra catarinense.** 2012. 65f. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, SC. 2012.

O estudo das características físicas e químicas de um solo, associado a diferentes coberturas vegetais é de grande importância para o entendimento de como o solo pode influir sobre o comportamento da floresta. O presente estudo teve como objetivo principal analisar as propriedades físicas e químicas de solos em Áreas de Preservação Permanente com e sem regeneração natural pós colheita de *Pinus* sp. O trabalho foi conduzido em uma área que após o corte raso de *Pinus* tornou-se área de preservação permanente – APP, localizada no Município de Ponte Alta do Norte, SC. Foram coletadas amostras de solo em 16 pontos na APP com regeneração natural e 16 pontos em uma área onde não houve regeneração, ambas dentro da mesma propriedade. As amostras do solo foram coletadas em duas profundidades, 0-20 e 20-40 cm, para análises químicas e em quatro profundidades para análises físicas, 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm, cujas análises foram realizadas nos laboratórios do Departamento de Solos e Recursos Naturais da UDESC-CAV. Foram determinadas as seguintes propriedades químicas – pH em água, em KCl e SMP, teores de Ca, Mg, Al, Na, K e P; e as físicas – porosidade, densidade do solo e textura. Para cada ponto de coleta de solo na área regenerada foi caracterizada a vegetação arbórea existente, enquanto na área onde não houve regeneração foram coletadas algumas amostras para determinação do banco de sementes. Os dados foram submetidos à Análise Discriminante Canônica (ADC). Todas as análises foram conduzidas usando-se os procedimentos GLM e CANDISC do software SAS[®] e também o software R. Todos os testes foram efetuados considerando o nível mínimo de significância de 5%. Concluiu-se que a classificação dos solos discriminou as fitofisionomias estudadas e que a má drenagem associada a textura arenosa favoreceu o estabelecimento de espécies típicas de banhado.

Palavras-chave: Parâmetros de qualidade do solo. Florestamento. Recuperação de Áreas Degradadas. Análise de Discriminante Canônica.

ABSTRACT

SALAMI, Gabriela. **Physical and chemical properties of soil in the area of permanent preservation with and without natural regeneration post-harvest of Pinus sp. in the mountain region of Santa Catarina State.** 2012. 65f. Dissertation (Master in Soil Management) – University of Santa Catarina. Graduate Program in Agricultural Sciences, Lages, SC. 2012.

The study of physical and chemical characteristics of a soil associated with different vegetation cover is very important for understanding as the soil can influence the behavior of the forest. The present study aimed to analyze the physical and chemical properties of soils in permanent preservation areas with and without natural regeneration after harvest of Pinus sp. The study was conducted in a permanent preservation area - APP, developed after clearcutting of pine, located in Ponte Alta do Norte City, Santa Catarina State. Were collected soil samples in 16 points in the APP with natural regeneration and 16 points in the area where regeneration was not observed, both within the same property. The soil was collected in two depths: 0-20 and 20-40 cm for chemical analysis and four depths for physical (0-10, 10-20, 20-30 and 30-40 cm), they were performed in the laboratories of the Department of Land and Natural Resources at UDESC-CAV. Were determined the following chemical properties - pH in water, KCl and SMP, Ca, Mg, Al, Na, K and P, and the following Physical properties - total porosity, bulk density and texture. For each point where the soil was collected in the regenerated area, was characterized woody vegetation existing, to the area where there was no regeneration, were collected some samples for determination of seed bank. The information was submitted to Canonical Discriminant Analysis (CDA), all analyzes were conducted using the procedures GLM and CANDISC software SAS ® and also the software R. All tests were performed considered the minimum level of significance of 5%. It was concluded that the classification of soils discriminated against vegetation types studied and the poor drainage associated with sand texture favored the establishment of species typical of wetland.

Keywords: Parameters of soil quality. Forestry. Recovery Degraded Areas. Canonical Discriminant Analysis.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Listagem das plantas arbóreas e seus parâmetros dendrométricos: diâmetro a altura do peito (DAP) e altura total, encontrados na área de preservação permanente regenerada - AR.....	35
Tabela 2: Listagem das famílias vegetais encontrados na área de preservação permanente não regenerada - ANR.....	38
Tabela 3: Descrição Morfológica para o Perfil 1	40
Tabela 4: Descrição Morfológica para o Perfil 2	42
Tabela 5: Descrição Morfológica para o Perfil 3.....	44
Tabela 6: Propriedades químicas das áreas regenerada (AR) e não regenerada (ANR) em duas profundidades (média de quatro repetições).....	45
Tabela 7: Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação (CV) para as diferentes variáveis químicas em relação ao efeito de áreas, profundidades e interação áreas vs. profundidades.	46
Tabela 8: Valores médios de 16 observações para propriedades físicas para as áreas AR e ANR em quatro profundidades.....	48
Tabela 9: Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação (CV) para as diferentes variáveis físicas em relação ao efeito de áreas, profundidades e interação áreas vs. profundidades.	49
Tabela 10: Coeficientes canônicos padronizados (CCP), coeficientes de correlação linear (r) e taxa de discriminação paralela (TDP) das variáveis estudadas em relação aos dois primeiros eixos canônicos para as análises químicas do solo.....	52
Tabela 11: Coeficientes canônicos padronizados (CCP), coeficientes de correlação linear (r) e taxa de discriminação paralela (TDP) das variáveis estudadas em relação aos dois primeiros eixos canônicos para as análises físicas.....	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Análises laboratoriais para o Perfil 1	41
Quadro 2: Análises laboratoriais para o Perfil 2	43
Quadro 3: Análises laboratoriais para o Perfil 3	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da localização da Fazenda na divisa dos municípios de São Cristóvão do Sul e Ponte Alta do Norte/SC	29
Figura 2: Modelo esquemático do levantamento da vegetação regenerada	32
Figura 3: Mapa da localização dos transectos dentro da área de estudo	33
Figura 4: Banco de sementes da serrapilheira em processo de germinação na casa de vegetação	33
Figura 5: Perfil 1	40
Figura 6: Perfil 2	42
Figura 7: Perfil 3	44
Figura 8: Médias dos valores da função discriminante canônica um (Can 1) e função discriminante canônica dois (Can 2) para os diferentes ambientes estudados em relação às análises químicas.	53
Figura 9: Médias dos valores da função discriminante canônica um (Can 1) e função discriminante canônica dois (Can 2) para os diferentes ambientes estudados em relação às análises físicas.	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 LEGISLAÇÃO E NORMAS APLICÁVEIS AS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	15
2.1.1 Política Nacional do Meio Ambiente	15
2.1.2 Código Florestal Brasileiro e Estadual de Meio Ambiente	16
2.2 O CENÁRIO FLORESTAL BRASILEIRO E ESTADUAL	19
2.3 SITUAÇÃO ATUAL DA FLORESTA ORIGINAL	21
2.4 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DEGRADADAS	23
2.5 INFLUÊNCIA DOS FATORES EDÁFICOS NA FLORESTA	24
3 OBJETIVO E HIPÓTESE	28
3.1 Objetivo	28
3.2 Hipótese	28
4 MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1 DESCRIÇÃO DA REGIÃO	29
4.2 COLETA DE AMOSTRAS E ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS DO SOLO	30
4.3 LEVANTAMENTO DA VEGETAÇÃO REGENERADA E AVALIAÇÃO DO BANCO DE SEMENTES	32
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1 ESPÉCIES VEGETAIS OCORRENTES NA ÁREA DE ESTUDO	35
5.1.1 Área regenerada - AR	35
5.1.2 Área não regenerada - ANR	37
5.2 CLASSES DE SOLOS DA ÁREA DE ESTUDO	39
5.3 PROPRIEDADES QUÍMICAS E FÍSICAS	45
5.4 ANÁLISE DISCRIMINANTE CANÔNICA (ADC)	50
7 CONCLUSÕES	55
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a indústria de papel e celulose no Brasil vem expandindo consideravelmente sua produção. No país, as duas principais fontes de madeira utilizadas para a produção de celulose são o Pinus e o Eucalipto plantados. Santa Catarina possui extensas áreas com florestas plantadas com Pinus e é um dos maiores produtores de papel e celulose do país. No entanto, apesar das perspectivas de crescimento, existe uma preocupação crescente com o problema ambiental desses plantios, bem como com a recuperação de áreas degradadas por plantios irregulares, não só no estado de Santa Catarina como em outros estados brasileiros.

Com o aumento desordenado da fronteira agrosilvipastoril no Brasil e no Estado de Santa Catarina, principalmente na época da Revolução Verde, devido a incentivos financeiros e tecnológicos que visavam à atualização da atividade produtiva no campo (período de 1960 a 1970), intensificou-se a modernização da agricultura, silvicultura e pecuária, e o desenvolvimento socioeconômico. Porém, essa crescente evolução acarretou alterações nos ambientes naturais, degradando áreas riquíssimas em biodiversidade, inclusive algumas áreas de preservação permanente (SIMIONI e HOFF, 2007).

A remoção da cobertura vegetal original e o cultivo de espécies exóticas no ambiente natural são as principais causas da degradação do solo, as quais abrem caminho para outros fatores de degradação, dependendo das condições de cada caso, como a acidificação e perda de fertilidade do solo (RAIJ, 2003).

Segundo Raij (2003), estabelece-se, assim, um ciclo vicioso pois, o solo cada vez fica mais debilitado, infiltra menos água e fica mais vulnerável à erosão e diminui a matéria orgânica e os nutrientes. Ou seja, o solo perde, em grande parte, as suas funções ecológicas e, também, as condições de suportar produções agrícolas ou plantios florestais competitivos. Quanto mais essas condições são comprometidas, mais o solo é degradado, até o ponto em que a recuperação torna-se difícil e onerosa, se não impossível.

A importância da restauração destas áreas degradadas está relacionada não só a recuperação das características do solo, mas a manutenção da biodiversidade que a degradação ocasiona (BAWA & SEIDLER, 1998). Além de ser uma ferramenta

complementar as práticas conservacionistas através da criação de *habitats* para espécies animais e vegetais ameaçadas (JORDAN *et al*, 1988), trazendo grandes contribuições ao conhecimento da ecologia.

Para o melhor entendimento do processo de recuperação destas áreas degradadas é importante o desenvolvimento de trabalhos que envolvam uma análise ambiental ampla (características edáficas e ambientais) que possibilite a utilização de técnicas como análise de correlação canônica, o que nos possibilita avaliar as relações entre múltiplas variáveis dependentes e independentes.

Diante da necessidade de recuperação de áreas degradadas por plantios florestais para adequação com a legislação vigente, estudos dos atributos do solo e da vegetação nas áreas de preservação permanente estão se tornando cada vez mais importantes.

O presente estudo objetivou determinar indicadores de qualidade química e física dos solos, após a colheita de *Pinus* e sua relação com o estabelecimento da revegetação em áreas de preservação permanente na Fazenda Paredão, Município de Ponte Alta do Norte/SC.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 LEGISLAÇÃO E NORMAS APLICÁVEIS AS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

2.1.1 Política Nacional do Meio Ambiente

A Política Nacional do Meio Ambiente estabelecida pela Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, tem como objetivo principal “a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, propicia à vida, visando assegurar, no país condições de desenvolvimento sócio econômico, aos interesses da segurança nacional e a proteção da vida humana” (BRASIL, 1981). Esta lei estabeleceu os princípios de ações governamentais para a manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como patrimônio público a ser protegido para o uso coletivo, mediante o controle e acompanhamento da qualidade ambiental, a racionalização dos recursos naturais, a proteção aos ecossistemas e espaços protegidos, o zoneamento ambiental, o incentivo aos estudos e pesquisas e à educação.

Os objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente estão estabelecidos em seu artigo 4º e visam:

- I - à compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico;
- II - à definição de áreas prioritárias de ação governamental relativa à qualidade e ao equilíbrio ecológico, atendendo aos interesses da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios;
- III - ao estabelecimento de critérios e padrões da qualidade ambiental e de normas relativas ao uso e manejo de recursos ambientais;
- IV - ao desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias nacionais orientadas para o uso racional de recursos ambientais;
- V - à difusão de tecnologias de manejo ambiente, à divulgação de dados e informações ambientais e à formação de uma consciência pública sobre a necessidade de preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico;
- VI - à preservação e restauração dos recursos ambientais com vistas à sua utilização racional e disponibilidade permanente, correndo para manutenção do equilíbrio ecológico propício à vida;

VII - à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos (BRASIL, 1981).

A partir de seu conhecimento, o conceito de qualidade ambiental passou a ser reconhecido como um fator fundamental para a qualidade de vida. Os órgãos ambientais do governo passaram a ser estruturados para desenvolver a gestão ambiental com a atribuição principal de controlar os efeitos negativos do desenvolvimento econômico.

2.1.2 Código Florestal Brasileiro e Estadual de Meio Ambiente

O conteúdo normativo do Art. 1º do Código Florestal Brasileiro (instituído pela Lei nº 4.771/65 e alterado posteriormente pela Lei nº 7.803/89), reflete uma política intervencionista do Estado sobre a propriedade imóvel agrária privada e dita que:

“As florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, exercendo-se os direitos de propriedade com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta Lei estabelecem” (BRASIL, 1965).

A análise do Código Florestal permite-nos observar que nele estão contidos alguns propósitos; além da proteção das florestas há outros, tais como o combate a erosão dos solos, proteção das águas, naturais ou artificiais e a estabilidade dos mercados de lenhas e madeiras.

Este código qualifica as Áreas de Preservação Permanente e também descreve que as propriedades rurais devem ter um percentual da fazenda destinado (ou então compensado) a instituição da Reserva Legal, para o estado de Santa Catarina, esta área deve ser 20% da área documental da propriedade.

Conforme os arts. 2º e 3º do Código Florestal (instituído pela Lei nº 4.771/65) consideravam-se de preservação permanente:

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água, em faixa marginal cuja largura mínima será:

1 - de 5 (cinco) metros para os rios de menos de 10 (dez) metros de largura:

2 - igual à metade da largura dos cursos que meçam de 10 (dez) a 200 (duzentos) metros de distancia entre as margens;

3 - de 100 (cem) metros para todos os cursos cuja largura seja superior a 200 (duzentos) metros.

- b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;
- c) nas nascentes, mesmo nos chamados "olhos d'água", seja qual for a sua situação topográfica;
- d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;
- e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;
- f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas;
- h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, nos campos naturais ou artificiais, as florestas nativas e as vegetações campestres.

Art. 3º Consideram-se, ainda, de preservação permanentes, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas:

- a) a atenuar a erosão das terras;
- b) a fixar as dunas;
- c) a formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;
- d) a auxiliar a defesa do território nacional a critério das autoridades militares;
- e) a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;
- f) a asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;
- g) a manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas;
- h) a assegurar condições de bem-estar público.

Só com a publicação da Lei nº 7.803/89, que veio a dar a atual redação do art. 2 do código florestal, é que se passou a considerar áreas de preservação permanente, como segue abaixo:

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

- a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:
 - 1) de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
 - 2) de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
 - 3) de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

4) de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

5) de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

.....

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;

g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.

Parágrafo único. No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo.

Com esta alteração, muitos plantios (não só agrícolas, mas florestais também) passaram a ocupar áreas irregulares, ou seja, estavam ocupando áreas, agora, de preservação permanente. Como em plantios de *Pinus sp.*, o ciclo de vida é longo (podendo chegar a mais de vinte anos), muitos estão passando agora pelo primeiro corte raso após entrar em vigor essa alteração no código florestal. A área de estudo, é um exemplo deste caso, onde não se sabe o real efeito que a entrada de maquinário pesado para efetuar a retirada da vegetação destas áreas de preservação permanente, pode gerar no solo.

Além das discussões acerca do Código Florestal Nacional, o estado de Santa Catarina estabeleceu no ano de 2009, critérios próprios de sua extensão, compatibilizando-os às circunstâncias e ao interesse local, surgindo generalizada dúvida se tal decisão afronta ou não as normas constitucionais do país; mas o mesmo está amparado pela Constituição da República de 1988, Art. nº 24, inciso VI, que diz que:

Art. 24º "Compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre: VI - florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição; § 1º - No âmbito da legislação concorrente, a competência da União limitar-se-á a estabelecer normas gerais. § 2º - A competência da União para legislar sobre normas gerais não exclui a competência suplementar dos Estados. § 3º - Inexistindo lei federal sobre normas gerais, os Estados exercerão a competência legislativa plena, para atender a suas peculiaridades. § 4º - A superveniência de lei federal sobre normas gerais suspende a eficácia da lei estadual, no que lhe for contrário (BRASIL, 1988).

O principal ponto da nova legislação é referente às delimitações das Áreas de Preservação Permanente; no novo código catarinense fica determinado que a largura de APP ao longo dos rios ou de qualquer curso de água tenha o limite de 5 metros para propriedades de até 50 hectares. Acima de 50 hectares, o menor recuo será de 10 metros, podendo variar de acordo com estudos técnicos elaborados pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural e Santa Catarina (EPAGRI) que justifiquem a adoção de novos parâmetros. A justificativa para tal redução na faixa de proteção vem de que no estado de Santa Catarina a maioria dos agricultores vive em pequenas propriedades, e que a aplicação da lei federal inviabilizaria a permanência deles no campo. Pelo fato do código ainda estar sendo discutido e questionado pelo ministério público, a maioria das grandes propriedades optou por manter sua adequação segundo o Código Florestal Brasileiro.

2.2 O CENÁRIO FLORESTAL BRASILEIRO E ESTADUAL

Até o final da década de 60, o setor florestal era pouco expressivo dentro da economia brasileira, quando a indústria era incipiente e não possuía fontes seguras de abastecimento. Neste período, verificou-se uma exploração predatória dos recursos florestais. Todavia, com a criação da política governamental de incentivo fiscal, no final da década de 60, com o objetivo de diminuir a exploração indiscriminada dos recursos florestais naturais, e com a implantação de florestas de rápido crescimento, o setor tomou impulso (MACHADO, 2002).

As principais espécies introduzidas e atualmente mais cultivadas são o *Pinus elliottii*, *P. taeda*, *P. palustris*, *P. echinata*, *P. caribea*, *P. patula* entre outras (EMBRAPA, 1988; BRDE, 2003; KRONKA, BERTOLANI & PONCE, 2005; SHIMIZU, 2008), e algumas espécies do gênero *Eucalyptus* como *Eucalyptus grandis*, *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. globulus*, *E. urophylla*, *E. viminalis*, *E. saligna*, *E. citriodora*, *E. cloeziana* e *E. dunnii* – este se sobressai na região sul do Brasil devido ao seu rápido crescimento e tolerância a geadas (MORA & GARCIA, 2000; QUEIROZ, 2007).

Uma das razões mais importantes para a introdução do *Pinus* no País foi à necessidade da produção de madeira para abastecimento industrial, para processamento mecânico, na produção de madeira serrada, madeira laminada, na confecção de painéis ou na produção de celulose e papel (KRONKA, BERTOLANI & PONCE, 2005; SHIMIZU, 2008). Os plantios com essas espécies têm como objetivos principais a produção de celulose e o fornecimento de matéria-prima para o setor moveleiro. É grande também o número de atividades industriais, ou até mesmo na agricultura, que geram uma demanda bastante significativa por energia, o

eucalipto é uma espécie exótica que tem demonstrado grandes potencialidades para suprir esta demanda energética.

As condições de adaptação do *Pinus* aos solos ligeiramente ácidos, que constituem a grande maioria dos solos do país, permitiram a implantação de extensas áreas que, juntamente com a adoção de práticas silviculturais adequadas, tornaram as espécies deste gênero importante fonte de matéria prima, proveniente de florestas constituídas baseadas no tripé da sustentabilidade (EMBRAPA, 1988; KRONKA, BERTOLANI & PONCE, 2005; SHIMIZU, 2008).

O espaço conquistado pelo *Pinus* no Brasil, como matéria prima para os mais variados produtos, já demonstra a importância dessa cultura. São aproximadamente 1,8 milhões de hectares plantados no país que suprem diferentes setores. Das fábricas de celulose e papel às serrarias e indústrias de embalagens, dos painéis e compensados utilizados na construção civil aos móveis que conquistam cada vez mais o mercado externo, a madeira de *Pinus* alimenta atividades essenciais da economia Brasileira (BRACELPA, 2011).

A consolidação do *cultivo de Pinus* no Brasil, entretanto, não se deu da noite para o dia, mas foi fruto do trabalho de muitos profissionais, pesquisadores, instituições e universidades que, após anos de pesquisa e experimentação, já tem bem definidas as espécies mais apropriadas para cada finalidade ou mais adaptadas às condições edafo-climáticas de cada região de cultivo (BRDE, 2003; IPEF, 2008).

Hoje, não são só as grandes empresas, mas também pequenos proprietários rurais tem interesse no cultivo de pinus. visto que as grandes empresas do setor estão formalizando parcerias através de fomento florestal com agricultores e proprietários de terras em geral. O atual panorama da situação florestal aponta o plantio de *Pinus* e *Eucalyptus* como uma oportunidade economicamente atrativa em virtude da demanda por produtos florestais.

Na região Sul, quase todos os plantios são das espécies *P. elliottii* e *P. taeda*. No caso do *P. elliottii*, uma característica muito importante é a sua grande produção de resina, possibilitando sua exploração comercial paralelamente à produção de madeira. Esta espécie, por tolerar bem a presença do lençol freático próximo à superfície do solo, adapta-se bem às planícies litorâneas. Já o *P. taeda* apresenta maior crescimento e produtividade nas regiões de planalto, em solos bem drenados, suportando bem a ocorrência de geada (EMBRAPA, 1988; BRDE, 2003; KRONKA, BERTOLANI, & PONCE, 2005; SHIMIZU, 2008), sendo considerada uma espécie de baixa exigência nutricional (PRITCHETT & ZWINFORD, 1961). Inicialmente foi plantado visando o fornecimento de matéria-prima para a produção de celulose, em que o que importa mais é a quantidade de biomassa do que a qualidade da

madeira. Utilizava-se espaçamento reduzido, sem o uso de podas ou de desbastes, e a idade de corte era de 20 anos. Mais tarde, quando passou a haver maior interesse na madeira para serra, a idade de abate passou para 25 anos, quando o diâmetro das toras era maior e o aproveitamento melhor (BRDE, 2003).

Com o passar do tempo, no entanto, verificou-se que, nas condições do Brasil e visando o fornecimento de madeira para serraria, a realização de cortes intermediários aumentava a produção de madeira de qualidade, tornando-se uma prática difundida em todos os plantios (BRDE, 2003).

Uma base florestal sólida é fundamental para se ter uma indústria confiável. A moderna indústria brasileira da madeira está apoiada principalmente em plantios de espécies exóticas, o que somou, até o ano de 2010, segundo a ABRAF (2011), um total de pouco mais que seis milhões de hectares ou aproximadamente 0,7% da área total do país.

Na composição por espécie, os florestamentos com pinus são responsáveis pela quase totalidade da oferta de madeira catarinense, muito possivelmente pelo fato de as florestas de Pinus na região sul do Brasil terem um incremento médio anual superior a 40 m³/ha/ano (EMBRAPA, 2008), resultado do melhoramento genético obtido nos últimos anos.

2.3 SITUAÇÃO ATUAL DA FLORESTA ORIGINAL

Santa Catarina possui uma extensão territorial de 95.703,487 Km² (IBGE, 2011) e contém três ricas formações na sua composição florestal: a floresta atlântica ou Floresta Ombrófila Densa, a floresta de araucária ou Floresta Ombrófila Mista e a floresta subtropical do Rio Uruguai ou Floresta Estacional Semi-decidual; sendo que, atualmente, cada uma destas tipologias apresenta diferentes níveis de degradação.

Segundo dados da SOS Mata Atlântica (2009), restam hoje apenas 23,04% das florestas originais da Mata Atlântica no estado de Santa Catarina, área equivalente a 2.210.061 km², dos quais 280 mil ha podem ser consideradas florestas primárias (mata virgem), sendo o restante florestas secundárias em estágio médio ou avançado de regeneração.

As pesquisas e observações realizadas recentemente evidenciam que o ritmo dos desmatamentos diminuiu nos últimos anos, apesar de não ter acabado, e a mata está voltando a ocupar alguns espaços. Por outro lado, restam poucas áreas com florestas primárias e as florestas secundárias, em sua maioria, foram exploradas além de sua capacidade de regeneração.

A Floresta Ombrófila Mista é a formação florestal típica dos planaltos da região Sul do Brasil, com disjunções na região Sudeste e em países vizinhos (Argentina e Paraguai). Encontra-se predominantemente entre 800 e 1200 m de altitude, podendo eventualmente ocorrer acima desses limites (RODERJAN *et al.*, 2002).

O Planalto catarinense está inserido na Floresta Ombrófila Mista ou, como também é chamada, Mata ou Floresta de Araucária que é a formação florestal caracterizada pela presença de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze –Araucariaceae, espécie arbórea também conhecida como pinheiro-do-paraná ou pinheiro-brasileiro.

Nas últimas décadas, as áreas ocupadas pela Floresta Ombrófila Mista no Sul do Brasil foram bastante reduzidas. A exploração madeireira de *A. angustifolia* e de espécies consorciadas a ela, como por exemplo, a imbuia (*Ocotea porosa* (Nees) L. Barr.), e a expansão de áreas agrícolas representam algumas das causas responsáveis pela expressiva redução da área ocupada por esse tipo vegetacional (BACKES, 1983). Uma parte significativa da vegetação original do Brasil, e entre ela a da Floresta Ombrófila Mista, foi reduzida a fragmentos alterados e descaracterizados antes mesmo de ser adequadamente conhecida. A Floresta Ombrófila Mista teve sua superfície drasticamente reduzida restando, dos estimados 177.000 km² (LEITE & KLEIN, 1990), apenas 1 a 2%, de acordo com as análises mais otimistas (KOCK & CORRÊA, 2002).

A acelerada fragmentação das florestas tropicais é atualmente uma das maiores ameaças à biodiversidade. Vários fatores advindos da fragmentação, tais como os efeitos de borda, impedimento ou redução na taxa de migração entre fragmentos, diminuição do tamanho populacional efetivo com conseqüente perda de variabilidade genética e invasão de espécies exóticas, contribuem para a deterioração de uma paisagem composta por fragmentos florestais (FILHO *et al.*, 2007).

Portanto, na presente situação, se não forem tomadas medidas imediatas de conservação deste germoplasma (*In situ* e *Ex situ*)¹, corre-se o risco de perder esse recurso genético florestal. A forma mais segura de se conservar esse material é através do estabelecimento de novas populações, sob regime de manejo, em sistemas de produção florestal ou, sob forma de bancos ativos de germoplasma, em locais protegidos, para servirem de reserva de material genético para futuras plantações ou regenerações naturais (SHIMIZU *et al.*, 2000).

¹Definições: A conservação *ex situ* é a conservação fora do habitat natural da espécie. A conservação *in situ* refere-se à conservação do ecossistema e do habitat natural onde as espécies se desenvolveram.

2.4 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DEGRADADAS

A Lei nº 9.985 que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, em seu artigo 2º, parágrafos XIII e XIV, diferencia recuperação de restauração. Em caráter legal, entende-se por recuperação o ato de restituir o ecossistema ou de uma população silvestre degradada para uma condição não degradada, a qual pode ser diferente de sua condição original. Já o ato de restaurar, visa à restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre o mais próximo possível de sua condição original (BRASIL, 2000). A Organização para a Proteção Ambiental – (OPA, 2007) define a degradação do meio ambiente como “o efeito negativo da intervenção antrópica sobre a estrutura e o funcionamento do ecossistema, causando redução crítica da capacidade produtiva primária do solo, da biodiversidade e das funções ambientais que transcendem a área afetada”. Reis (2006) assenta que “há uma tendência em achar que o processo de restauração seja uma utopia, pois nunca será possível refazer um ecossistema com toda sua biodiversidade original quando o mesmo passou por processos de degradação”.

Quando se propõe técnicas restauradoras, deve-se priorizar aquelas que atuam sobre toda a diversidade dentro do processo sucessional envolvendo o solo, os produtores, os consumidores e os decompositores (REIS *et al*, 2007). Os autores complementam que comumente utiliza-se o plantio de muda de espécies arbóreas, como forma de recuperação para obter cobertura rápida da área. No entanto, este processo pode ser muito caro e trabalhoso, além de não refletir a paisagem real e a sucessão natural do ecossistema existente anteriormente.

A vegetação presente na área de APP ao redor dos cursos d’água é chamada mata ciliar. Essa área funciona como corredor ecológico interligando fragmentos florestais. A ligação entre os mesmos é de suma importância, pois, permite o fluxo gênico entre espécies e mantém a sustentabilidade do sistema como um todo. O Brasil possui uma das maiores biodiversidades do planeta, devido à grande variação climática e geomorfológica em 8,5 milhões de quilômetros quadrados (OPA, 2007).

A CDB (2009) atribui a biodiversidade ou diversidade biológica como variabilidade de organismos vivos de todas as origens. Desta forma, os sistemas vivos, em todas suas classes (indivíduos, espécies, populações, comunidades, paisagens), estão ligados por redes complexas de interações.

Quando se estabelece planos para restaurar o ambiente degradado, deve-se considerar o mosaico de paisagens em duas dimensões: a local, no sentido de restaurar as áreas naturais degradadas o mais próximo possível de processos naturais; e o contexto de sua dimensão, a fim de diminuir a resistência da floresta aos fluxos biológicos, buscando potencializar a sua conservação (TRES & REIS, 2007).

Rodrigues *et al* (2007), concretizam que com a entrada de novas informações, formas de análises e discussões, os paradigmas de recuperação de áreas degradadas deixam de apresentar fundamentações clássicas da ecologia e passam a apresentar novas concepções, a ecologia da restauração. Essas estão relacionadas com a resiliência ecológica dessas áreas, onde considera-se a possibilidade da chegada de propágulos de fragmentos florestais ao entorno e a presença de regenerantes com o propósito de garantir a sustentabilidade da comunidade. Atualmente estas são as alternativas desenvolvidas e estudadas como ações de restauração.

No estudo de ecossistemas ciliares, um dos fatores fundamentais é a compreensão da totalidade e da complexidade do sistema devido ao fato do mesmo apresentar diversidade de elementos, encadeamentos, interações, fluxos e retroalimentação compondo uma entidade organizada (CHECCHIA *et al*, 2003).

2.5 INFLUÊNCIA DOS FATORES EDÁFICOS NA FLORESTA

Para que ocorra a conservação *in situ* é necessário levar em consideração os fatores ambientais e do solo, pois estes fatores, ao longo dos anos, podem ganhar expressão e suas alterações refletem no desenvolvimento da vegetação.

Alguns autores vêm estudando esta relação entre os fatores ambientais e edáficos com a estrutura florística em diferentes tipos de ambientes. Santos *et al* (2000) avaliaram as correlações entre variáveis do solo e espécies herbáceo-arbustivas de dunas em revegetação no litoral norte da Paraíba. Encontraram que alumínio, areia, silte, argila, zinco, manganês, boro, micorrizas vesículo-arbusculares e atividade de fosfatase ácida foram as características significativamente variáveis e com alta correlação. Carvalho *et al* (2005), ao avaliarem a distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária em Minas Gerais, encontraram que as espécies se distribuem no fragmento sob forte influência de drenagem e fertilidade química dos solos. Os autores sugerem que a disponibilidade de água e de nutrientes minerais são as principais variáveis ambientais que determinam a distribuição das espécies na floresta. Na região amazônica,

Magalhães *et al* (1998) avaliaram a ocorrência dos tipos de solo e tipos florestais associados, ao longo de duas toposequências, de modo a distinguir e sistematizar a paisagem. Os resultados mostraram uma diferenciação progressiva no tipo florestal, à medida em que desciam nas posições de relevo. Nos platôs pode-se observar uma floresta mais densa, com maior área basal de árvores de maior porte. Descendo na vertente diminuía a área basal desta classe de tamanho e aumentava a frequência da regeneração natural. As áreas junto aos talwegues não apresentaram diferenças significativas para as árvores maiores, mas a frequência da regeneração com diâmetro a altura do peito (DAP) menor do que cinco cm tendeu ser maior nas posições mais baixas do relevo. Seguindo esta linha de pesquisa, vários outros trabalhos, como Oliveira Filho *et al* (1994); Schiavini (1997); Silva Júnior (1997), Van Den Berg & Oliveira Filho (2000); Botrel *et al* (2002), Souza *et al* (2003) e Carvalho *et al* (2005a) consideraram a influência da umidade dos solos na distribuição de espécies arbóreas e nas variações fisionômicas nas florestas tropicais como o principal fator ambiental.

Devido a grande diversidade de ambientes, variando desde campos com vegetação rasteira até florestas, e abrigando uma alta diversidade de espécies da fauna e da flora, sendo muitas destas endêmicas (MMA/SBF, 2002), o cerrado vem sendo foco de inúmeros trabalhos que tentam explicar a influência dos fatores ambientais na distribuição da comunidade vegetal, trabalhos estes datados da década de 40 (RAWITSCHER, 1942; RAWITSCHER *et al*, 1943), quando a prioridade era relacionar o balanço hídrico com o desenvolvimento da vegetação. Com o passar dos anos, analisando-se os resultados dos trabalhos desenvolvidos, percebeu-se que não só o balanço hídrico era responsável pelo desenvolvimento da vegetação, mas também as características nutricionais do solo (ALVIM & ARAÚJO, 1952; ARENS, 1963; CAMARGO, 1971; GOODLAND & POLLARD, 1973).

Desde então, vários estudos, não só no cerrado, têm mostrado que um dos principais fatores que atuam na composição florística e estrutura das florestas é a heterogeneidade ambiental, cujos efeitos podem ser observados mesmo no interior de pequenos fragmentos (OLIVEIRA-FILHO *et al*, 1994a; DURIGAN *et al*, 2000; RODRIGUES & NAVE 2000; BOTREL *et al*, 2002). Variações em função do solo são geralmente detectadas, entretanto, faltam informações de correlação específicas entre os diversos solos e os diversos tipos de formações florestais (JACOMINE, 2000). Alguns destes estudos tentam relacionar estas interações entre o ambiente e a vegetação como estratégias para recuperação de áreas degradadas (KOTCHETKOFF-HENRIQUES, 2005; MEDEIROS *et al*, 2005; CAMARGOS *et al*, 2008).

Espírito-Santo *et al* (2002), com o objetivo de detectar padrões de distribuição espacial da comunidade arbórea de um fragmento de floresta estacional semidecídua montana e suas relações com variáveis ambientais, descobriram que as variações das condições do substrato (minerais + água) mostraram-se preponderantes na determinação da distribuição das espécies no fragmento estudado. Rocha *et al* (2005) avaliaram a comunidade arbórea de um fragmento florestal constituído por um continuum entre floresta semidecidual montana e floresta paludosa, para verificar possíveis correlações entre as variações em sua estrutura e variáveis ambientais; eles conseguiram encontrar boa correlação entre variáveis ambientais e a distribuição de espécies entre as áreas. Ferreira (2007), ao utilizar a análise de correspondentes principais, conseguiu inferir que a similaridade florística entre os fragmentos por ele estudados foi influenciada por propriedades dos solos que são utilizadas como critérios diagnósticos para a classificação de solos. O autor denotou assim a utilidade da classificação dos solos para estratificação de ambientes florísticos diferenciados. Vários outros trabalhos investigaram esta relação solo-comunidade arbórea e os resultados seguiram o mesmo padrão encontrado pelos estudos supracitados, as diferenciações entre comunidade vegetais pode ser explicada pelas características ambientais (MORENO & SCHIAVINI, 2001; MARTINS *et al* 2003; GALINDO, 2007; NUNES, 2009).

Por outro lado, Siqueira *et al* (2009) avaliaram as diferenças estruturais de dois fragmentos de floresta estacional decidual no estado de MG, através da determinação das características físicas e químicas dos solos, comparando-as com a comunidade vegetal levantada. Eles concluíram que os resultados obtidos não foram suficientes para explicar a gama de variações observadas na comunidade vegetal. Em outras palavras, não foi possível afirmar, neste caso, que a distribuição das espécies na área estudada por eles esteja condicionada, primariamente, por características químicas e físicas do solo e que outras variáveis ambientais, como incidência de luz, água e fatores de dispersão das espécies que são mais difíceis de perceber, deveriam ser investigadas.

2.5.1 Indicadores físicos e químicos de qualidade do solo

O conceito de qualidade do solo começou a ser elaborado no início dos anos 90 e percepções diferenciadas surgiram desde que o tema foi proposto. Porém, o principal avanço foi o aceite da sociedade à importância de avaliar a qualidade do solo (CONCEIÇÃO, 2002). Esta pode ser conceituada como a capacidade que um determinado tipo de solo apresenta, em ecossistemas naturais ou agrícolas, para desempenhar uma ou mais funções relacionadas à

sustentação da atividade, da produtividade e da diversidade biológica, à manutenção da qualidade do ambiente, à promoção da saúde das plantas e dos animais e à sustentação de estruturas sócio-econômicas e de habitação humana (DORAN & PARKIN, 1994; KARLEN *et al*,1997).

Do ponto de vista das atividades agrícolas e florestais, os indicadores físicos assumem importância por estabelecerem relações fundamentais com os processos hidrológicos, tais como taxa de infiltração, escoamento superficial, drenagem e erosão. Possuem também função essencial no suprimento e armazenamento de água, de nutrientes e de oxigênio no solo. Entre os principais indicadores físicos de qualidade de solo estão a textura, estrutura, porosidade, densidade, compactação, etc. Já os indicadores químicos mais estudados são a CTC do solo, pH, saturação por alumínio entre outros, pois estes indicadores refletem o grau de fertilidade do solo.

3 OBJETIVO E HIPÓTESE

3.1 Objetivo

O presente estudo teve como objetivos: (i) analisar as propriedades físicas e químicas de solos em Áreas de Preservação Permanente com e sem regeneração natural pós colheita de *Pinus* sp, (ii) avaliar o banco de sementes da área sem regeneração natural e (iii) avaliar por meio de um levantamento florístico a vegetação da área regenerada.

3.2 Hipótese

As propriedades físicas e químicas dos solos e o banco de sementes influenciam a regeneração de áreas de preservação permanente que sofreram povoamentos por espécies exóticas como o *Pinus* sp. por longos períodos e ciclos culturais.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DESCRIÇÃO DA REGIÃO

O presente trabalho foi conduzido na área da Empresa Klabin S.A., localizada no Planalto Catarinense, no município de Ponte Alta do Norte sob a coordenada central UTM: X-565.267,925 e Y-6.985.831,531 (Figura 1). A região apresenta, segundo a classificação de Köppen, clima mesotérmico úmido com verão ameno (Cfb), chuvas bem distribuídas durante o ano e uma precipitação total anual de aproximadamente 1.500mm (média dos últimos quatro anos) e temperatura média anual de 15,5 °C (SANTA CATARINA, 2011).

A fazenda foi escolhida por apresentar irregularidades na regeneração natural nas áreas de preservação permanente – APP. Essas áreas faziam parte da área produtiva da fazenda desde o ano de 1982 até o ano de 2006 e, a partir deste ano iniciaram-se os trabalhos de recuperação ambiental.



Figura 1: Mapa da localização da Fazenda na divisa dos municípios de São Cristóvão do Sul e Ponte Alta do Norte/SC

A paisagem original da fazenda era Floresta Ombrófila Mista, rica em espécies como *Araucaria angustifolia*; a qual era a espécie primeira a ser explorada economicamente nos anos 70. Os primeiros plantios de espécies exóticas ocorreram a partir de 1982 com os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. Até o momento do início da adequação ambiental² houve apenas um ciclo de plantio.

Os solos da área de estudo são desenvolvidos de arenito Botucatu. Solos desenvolvidos de arenitos ocorrem principalmente em região de contato entre as rochas da Formação Serra Geral com as demais formações geológicas, expressando-se através do Arenito da Formação Botucatu, que forma geralmente manchas pequenas de solos arenosos.

Segundo EMBRAPA (2004), na microregião onde está inserida a área de estudo predomina a associação Cambissolo Háptico alumínico com A proeminente, textura média, fase campo e floresta subtropical, relevo suave ondulado + Gleissolo Háptico alumínico com textura indiscriminada, fase campo subtropical de várzea, relevo plano numa proporção estimada de 45 e 35%, respectivamente. Os 20% restantes são representados pelas inclusões Cambissolo húmico alumínico com textura argilosa, Argissolo Vermelho-Amarelo álico, textura média, Nitossolo Bruno alumínico com A proeminente, Cambissolo Háptico alítico e Gleissolo Háptico com textura argilosa.

4.2 COLETA DE AMOSTRAS E ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS DO SOLO

Em agosto de 2010 foram coletadas amostras de solo para análises químicas, com o auxílio de um trado holandês, nas profundidades 0-20 e 20-40 cm em 32 pontos de amostragem, 16 pontos em área regenerada (AR) e 16 pontos em área onde não houve regeneração (ANR).

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, Depois foram secas em estufa a 60°C, destorroadas, moídas e peneiradas em peneira de 2 mm. Foram determinados os atributos químicos pH em água, pH SMP e pH em KCl, teores de Na, K, Ca, Mg e Al trocáveis e P extraível. As determinações de pH em H₂O e SMP foram feitas na relação 2:1 com leituras em potenciômetro, conforme TEDESCO *et al* (1995); o pH em KCl foi determinado conforme EMBRAPA (1999). O P, o K e o Na disponível no solo foram obtidos pelo método Mehlich -1 conforme descrito por TEDESCO *et al* (1995), com o extrator de

² Entende-se por adequação ambiental todas ações a serem desenvolvidas na propriedade, visando delimitar, recuperar, recompor e criar condições para a regeneração da vegetação nativa das áreas de interesse ambiental existentes na mesma, seja para a manutenção dos recursos hídricos, seja a preservação da flora e fauna regionais.

solução ácida contendo HCl 0,05 mol L⁻¹ e H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹ (solução PA). O teor de P foi quantificado por colorimetria em comprimento de onda ajustado para 660 nm, os teores de Na e K foram quantificados por fotometria de chama. O Ca, Mg e Al foram extraídos com solução KCl 1 mol L⁻¹, sendo os dois primeiros determinados por espectrometria de absorção atômica e o último por titulometria de neutralização com NaOH, conforme TEDESCO *et al* (1995).

Em janeiro de 2011 foram coletadas as amostras de solo para as determinações físicas nas profundidades 0-10 (5 cm), 10-20 (15 cm), 20-30 (25 cm) e 30-40 (35 cm). As amostras com estrutura alterada foram acondicionadas em sacos plásticos para a determinação do tamanho de partículas, estabilidade de agregados estáveis em água e densidade de partícula.

A distribuição de tamanhos de partículas (granulometria) foi determinada pelo método da pipeta (GEE & BAUDER, 1986), usando-se uma solução de hidróxido de Na (NaOH) como dispersante químico. A fração areia foi removida por tamisação em peneira de 0,053 mm. As frações silte (0,002 a 0,053 mm) e argila (< 0,002 mm) foram separadas por sedimentação e posterior pipetagem da argila em suspensão. As frações argila e areia foram calculadas após pesagem em estufa a 105° C e o silte foi calculado por diferença.

Para extração e confinamento das amostras com estrutura preservada, foram utilizados anéis metálicos com bordas cortantes, com volume de 70 cm³ (6 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura). As amostras foram coletadas e acondicionadas em potes plásticos, vedadas e levadas ao laboratório para a determinação da porosidade e densidade do solo. O volume total de poros foi calculado pela relação entre a densidade do solo e a densidade de partículas (KIEHL, 1979), pela expressão 1:

$$PT = 1 - \left(\frac{DS}{Dp} \right) \quad (1)$$

Onde: PT = porosidade total (cm³ cm⁻³)

DS = densidade do solo (g cm⁻³)

Dp = densidade de partículas (g cm⁻³).

O volume de microporos foi determinado por meio de retenção de água após saturação da amostra do solo e submetida à tensões de seis kPa em mesa de tensão de areia, conforme Embrapa (1997) e o volume de macroporos por diferença entre o volume de total de poros e o de microporos. A densidade do solo foi determinada pela relação massa/volume (base seca a 105 °C), pelo método do anel volumétrico conforme Blake e Hartge (1986).

Para a classificação taxonômica dos solos foi realizada avaliação morfológica, física e química do material coletado em dois monolitos construídos na área ANR e uma trincheira

aberta na área AR. Optou-se pela construção de monolito na área ANR devido a proximidade do lençol freático à superfície do solo e a pequena profundidade efetiva do solo.

4.3 LEVANTAMENTO DA VEGETAÇÃO REGENERADA E AVALIAÇÃO DO BANCO DE SEMENTES

Para a realização do levantamento florístico, foi empregado o método de pontos quadrantes (COTTAN & CURTIS, 1956). Os pontos foram marcados ao longo de quatro transecções de 100 metros de comprimento cada um, alocados com uma distância de cinco metros entre si, totalizando 80 pontos de amostragem em cada transecto. Foram registrados os quatro indivíduos arbóreos ou arbustivos mais próximos do ponto central, que apresentassem altura maior ou igual a um metro, conforme é mostrado na Figura 2. Foram registrados o diâmetro a altura do peito (1,3 m), a altura e a distância da base do tronco de cada indivíduo ao ponto central de amostragem.

Os indivíduos amostrados foram coletados, identificados (APG III, 2009) e herborizados no acervo do Herbário LUSC/UDESC, com sede em Lages-SC, Brasil.

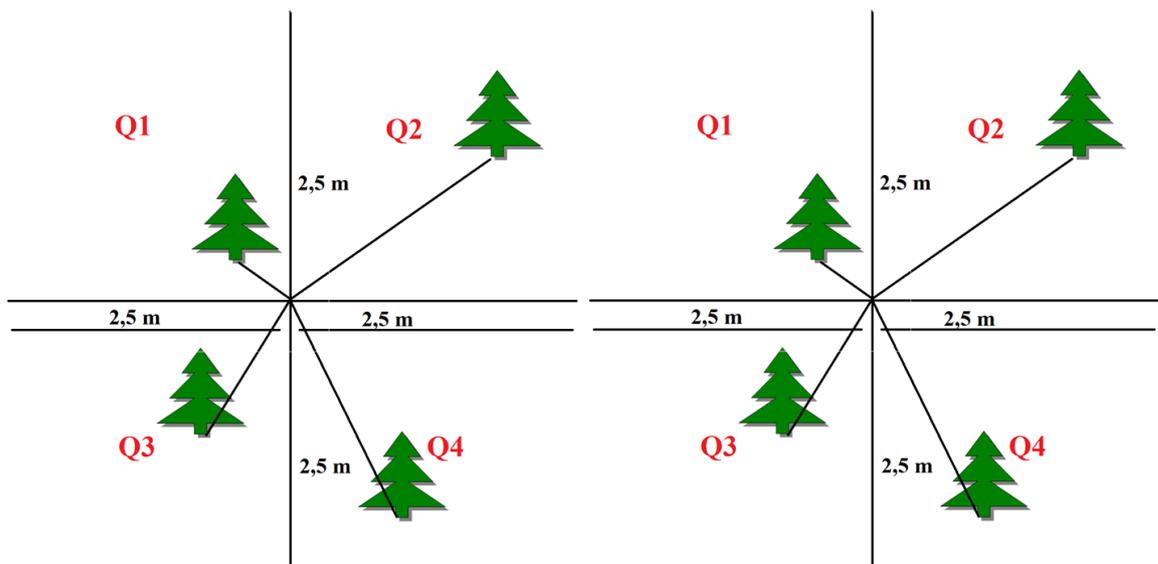


Figura 2: Modelo esquemático do levantamento da vegetação regenerada

Para verificação da suficiência amostral foi utilizada a curva de rarefação com base no índice de Mao Tau (LIMA, 2010; FRAGA, 2009; MEDEIROS, GUARINO E SILVA, 2005; COLWELL, MAO & CHANG, 2004), com o auxílio do programa EstimateS v.8.0

(COLWELL, 2006). Para fins de comparação com os pontos amostrados de solo, foi utilizada a vegetação amostrada nos dois primeiros transectos (T1 e T2). A disposição destas transecções dentro da área pode ser visualizada na Figura 3.

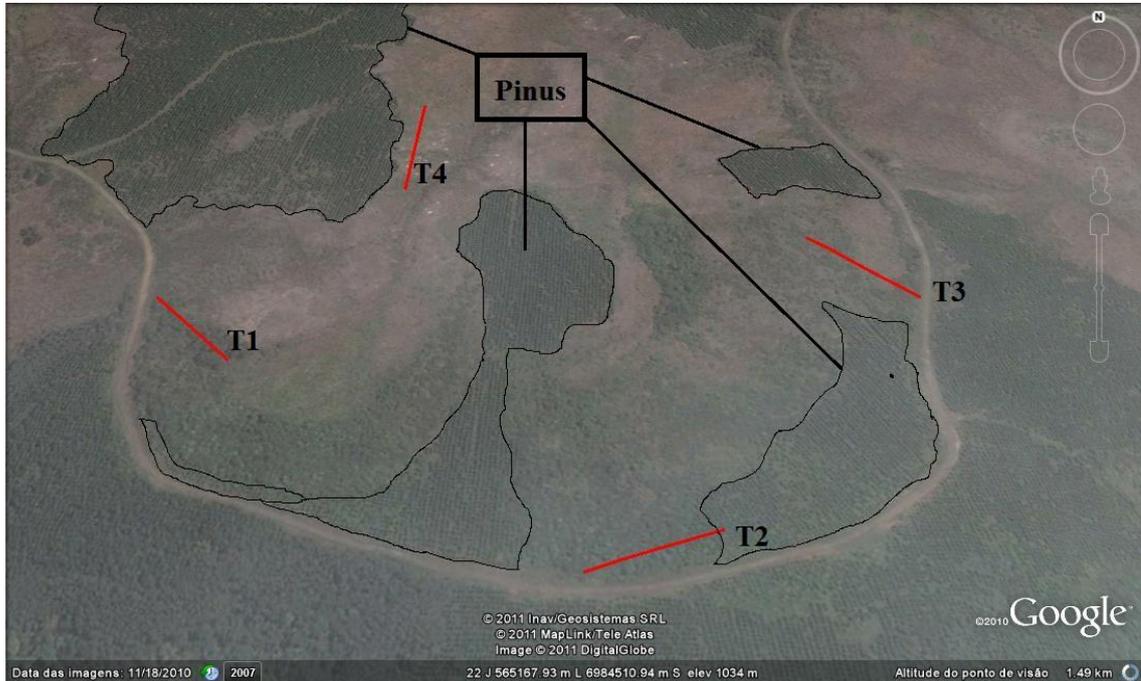


Figura 3: Mapa da localização dos transectos dentro da área de estudo

Para o levantamento das espécies ocorrentes na ANR, foram realizadas coletas de serrapilheira (Janeiro/2011) de forma aleatória em oito pontos de amostragem em duas profundidades (0-10 e 10-20 cm), com o intuito de analisar o banco de sementes do local. Após três meses em casa de vegetação climatizada em temperatura mínima de $18 \pm 2^\circ\text{C}$ e máxima regulada para $25 \pm 3^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar entre 35% a 75%, estas espécies foram identificadas apenas em nível de família para fins de comparação. A Figura 4 mostra a distribuição das amostras em casa de vegetação.



Figura 4: Banco de sementes da serrapilheira em processo de germinação na casa de vegetação

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi conduzida de acordo com o delineamento amostral utilizado. Foram utilizados modelos lineares clássicos univariados e multivariados (LITTEL *et al.*, 1991). Na análise univariada, as comparações entre os valores médios, de cada uma das variáveis analisadas nos diferentes grupos (áreas, profundidades) foram testadas pelo teste F (STEEL *et al.*, 1997). Para o teste multivariado, foram utilizadas as estatísticas lambda de Wilks e traço de Pillai (JOHNSON & WICHERN, 2002). Os dados também foram submetidos à análise discriminante canônica (ADC) (JOHNSON & WICHERN, 2002). Para atender as pressuposições teóricas implícitas dos referidos testes, houve necessidade de efetuar transformações de escala em algumas variáveis, conforme sugerido pela análise descritiva dos dados. As transformações aplicadas foram as seguintes: aos valores das variáveis pH em KCl, teores de cálcio, magnésio, alumínio, sódio e potássio, macroporosidade, microporosidade, volume de bioporos e capacidade de campo, foi somada a constante 0,375 e, a seguir, o valor foi elevando à potência $\frac{1}{2}$ (transformação raiz quadrada). Aos valores das variáveis, teor de areia, argila e silte foi adicionada a constante um e, em seguida, extraído o logaritmo natural (transformação logarítmica). No entanto, todos os resultados são apresentados na escala original das variáveis. Todas as análises foram conduzidas usando-se os procedimentos GLM e CANDISC do software SAS[®] (Statistical analysis system, 2003) e o software R (R Development core team, 2009). Para todos os testes efetuados foi considerado o nível mínimo de significância de 5%.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ESPÉCIES VEGETAIS OCORRENTES NA ÁREA DE ESTUDO

5.1.1 Área regenerada - AR

O resultado do levantamento apontou a ocorrência de 11 espécies de plantas lenhosas pertencentes a oito gêneros e seis famílias botânicas na AR. A família que apresentou maior riqueza de espécies foi a Asteraceae com seis espécies; as demais famílias aparecem com apenas uma espécie cada. Na tabela 1 encontram-se listadas as espécies e famílias encontradas na área de preservação permanente regenerada - AR da Fazenda Paredão/SC.

Tabela 1: Listagem das plantas arbóreas e seus parâmetros dendrométricos: diâmetro a altura do peito (DAP) e altura total, encontrados na área de preservação permanente regenerada - AR

Transectos	Parcela	Espécie	Família	DAP (cm)	Altura (m)
1	1	N.I. 1*		1,4	1,88
1	1	Baccharis uncinella DC.	Asteraceae	2,1	1,65
1	1	Baccharis uncinella DC.	Asteraceae	3,4	1,40
1	1	Baccharis uncinella DC.	Asteraceae	1,5	1,00
1	2	Baccharis uncinella DC.	Asteraceae	3,2	2,50
1	2	Baccharis uncinella DC.	Asteraceae	3,4	2,00
1	2	Baccharis uncinella DC.	Asteraceae	4,1	2,00
1	2	Baccharis uncinella DC.	Asteraceae	8,0	2,50
1	3	0**			
1	3	Solanum variabile Mart.	Solanaceae	1,5	1,00
1	3	Baccharis trimera (Less) DC.	Asteraceae	1,8	1,20
1	3	Baccharis dracunculifolia DC.	Asteraceae	1,9	2,20
1	4	Mimosa scabrella Bentham	Mimosaceae	2,7	3,00
1	4	Mimosa scabrella Bentham	Mimosaceae	1,7	3,00
1	4	Baccharis uncinella DC.	Asteraceae	3,0	2,10
1	4	Mimosa scabrella Bentham	Mimosaceae	5,3	4,00
1	5	Solanum variabile Mart.	Solanaceae	1,6	1,80
1	5	Baccharis uncinella DC.	Asteraceae	1,8	1,90
1	5	Baccharis uncinella DC.	Asteraceae	4,5	2,40
1	5	Baccharis uncinella DC.	Asteraceae	4,1	1,70
1	6	Solanum variabile Mart.	Solanaceae	2,5	1,80

1	6	Mimosa scabrella Bentham	Mimosaceae	9,0	4,00
1	6	Baccharis uncinella DC.	Asteraceae	3,2	1,40
1	6	Baccharis uncinella DC.	Asteraceae	4,1	1,80
1	7	Baccharis uncinella DC.	Asteraceae	4,9	1,70
1	7	Baccharis uncinella DC.	Asteraceae	3,1	1,80
1	7	Baccharis semiserrata DC.	Asteraceae	4,3	4,90
1	7	Baccharis semiserrata DC.	Asteraceae	5,0	2,30
1	8	Baccharis uncinella DC.	Asteraceae	2,9	1,70
1	8	Mimosa scabrella Bentham	Mimosaceae	5,4	7,00
1	8	Mimosa scabrella Bentham	Mimosaceae	8,6	8,00
1	8	Mimosa scabrella Bentham	Mimosaceae	8,8	9,00
1	9	Solanum variabile Mart.	Solanaceae	1,9	1,80
1	9	Dicksonia sellowiana Hook.	Disksoniaceae	9,5	1,50
1	9	Dicksonia sellowiana Hook.	Disksoniaceae	10,2	1,60
1	9	Solanum variabile Mart.	Solanaceae	3,2	2,00
1	10	0		0,0	0,00
1	10	Solanum variabile Mart.	Solanaceae	4,8	1,30
1	10	Solanum variabile Mart.	Solanaceae	6,2	2,20
1	10	Mimosa scabrella Bentham	Mimosaceae	15,9	12,00
2	11	Solanum variabile Mart.	Solanaceae	2,0	1,60
2	11	Solanum variabile Mart.	Solanaceae	4,1	2,00
2	11	Baccharis semiserrata DC.	Asteraceae	5,1	2,10
2	11	Solanum variabile Mart.	Solanaceae	2,8	1,70
2	12	Vernonanthura discolor (Spreng.) H.Rob.	Asteraceae	15,0	8,00
2	12	Solanum variabile Mart.	Solanaceae	2,5	2,00
2	12	Solanum variabile Mart.	Solanaceae	3,2	2,20
2	12	Solanum variabile Mart.	Solanaceae	2,2	1,90
2	13	Piptocarpha angustifolia Dusén ex Malme	Asteraceae	0,8	7,00
2	13	Piptocarpha angustifolia Dusén ex Malme	Asteraceae	5,0	5,20
2	13	Solanum variabile Mart.	Solanaceae	2,4	2
2	13	0			
2	14	Baccharis dracunculifolia DC.	Asteraceae	3,2	2,00
2	14	0			
2	14	Myrsine coriacea (Sw.) R.Br.	Primulaceae	1,0	1,50
2	14	Myrsine coriacea (Sw.) R.Br.	Primulaceae	5,9	8,00
2	15	Solanum variabile Mart.	Solanaceae	5,7	3,00
2	15	Myrsine coriacea (Sw.) R.Br.	Primulaceae	1,0	1,00
2	15	Myrsine coriacea (Sw.) R.Br.	Primulaceae	1,1	1,50
2	15	Solanum variabile Mart.	Solanaceae	5,2	3,20
2	16	Baccharis uncinella DC.	Asteraceae	0,4	1,30
2	16	Solanum variabile Mart.	Solanaceae	2,7	2,20
2	16	Vernonanthura discolor (Spreng.) H.Rob.	Asteraceae	12,5	8,00
2	16	Sapium glandulosum (L.) Morong	Euphorbiaceae	8,6	7,00

*N.I.: Espécie Não Identificada

**0: Não foi encontrada nenhuma espécie que se enquadrasse nos critérios do levantamento

Em quatro dos quadrantes, não foi levantado nenhum indivíduo pelo fato de que não havia vegetação que se enquadrasse no porte mínimo. No transecto 1, do total de 40 possibilidades, foram registrados 38 indivíduos. Nestes locais havia predomínio de *Baccharis uncinella* (18 indivíduos) e *Mimosa scabrella* (8 indivíduos), espécies que tem como principal característica serem pioneiras, ou seja, se adaptarem bem aos solos que perderam as características originais (FISCHER, 1987), possuem alta tolerância à luz e intolerância à sombra, curto ciclo de vida, floração e frutificação precoce, sementes pequenas e produzidas em grandes quantidades e flores e frutos atrativos a fauna (ALMEIDA, 2000). É essa grande quantidade de sementes produzidas que cria um banco de sementes permanente no solo. Isto combinado com a alta incidência de luz no momento da abertura da clareira faz com que rapidamente cresçam e recubram a área de forma eficiente. A grande expressividade de espécies pioneiras pode ser observada em todos os transectos, visto que a área estava totalmente em processo de recuperação, na forma de regeneração natural.

No transecto 2, do total de 24 possibilidades, foram registrados 22 indivíduos. Neste transecto, por ser uma encosta – parte mais alta do terreno – as características edáficas são mais propícias ao desenvolvimento da vegetação (maior teor de argila, alta profundidade efetiva e lençol freático profundo). Este transecto apresentou o maior número de espécies levantadas (oito espécies) quando comparado ao transecto 1; as espécies de maior expressão neste ambiente foram *Solanum variabile* (10 indivíduos) e *Myrsine coriacea* (quatro indivíduos). São também espécies pioneiras, porém já apresentam um porte maior do que as espécies mais expressivas do transecto 1.

Um fator negativo para este remanescente florestal é a ocorrência espontânea de espécies exóticas arbóreas do gênero *Pinus*. O processo de contaminação biológica tende a se multiplicar e disseminar, progressivamente, dificultando a resiliência dos ecossistemas e a rapidez com que as variáveis retornam ao equilíbrio após um distúrbio (PIMM, 1991). Embora nos transectos onde foi realizada as análises de solo e o levantamento florístico, espécies deste gênero não foram encontradas, em grande parte das áreas de preservação permanente da fazenda o *Pinus* pode ser encontrado em grandes quantidades, desde plântulas até plantas adultas.

5.1.2 Área não regenerada - ANR

O resultado do levantamento da área ANR apresentado na tabela 2 foi obtido avaliando-se o banco de sementes, como descrito em Material e Métodos. Foi observada a

ocorrência de quatro famílias botânicas (ocorreram sete espécies não identificadas). A família que apresentou maior riqueza de indivíduos foi a Cyperaceae com 43 indivíduos, seguida pela família Asteraceae com 11 indivíduos. Na tabela 02 encontram-se listadas as famílias encontradas e o número de indivíduos de cada uma para a área onde o processo de regeneração natural foi pouco expressivo, não apresentando espécies de porte arbóreo.

Tabela 2: Listagem das famílias vegetais encontrados na área de preservação permanente não regenerada - ANR

Nº da amostra	Profundidade (cm)	Melastomataceae	Asteraceae	Poacea	NI*	Cyperaceae
1	0-10	1	2	1	2	2
	10-20	-	-	-	-	4
2	0-10	-	-	-	-	6
	10-20	-	1	-	-	4
3	0-10	0**	-	-	-	
	10-20	1	-	-	-	2
4	0-10	0	-	-	-	
	10-20	-	-	-	-	7
5	0-10	-	1	-	-	
	10-20	-	2	-	2	4
6	0-10	-	-	1	1	1
	10-20	-	-	-	-	5
7	0-10	0	-	-	-	
	10-20	-	1	-	2	3
8	0-10	-	2	-	-	4
	10-20	2	2	-	-	1

*N.I.: Família Não Identificada

**0: Não foi encontrada nenhuma espécie da referida família para a amostra em questão

Em geral, estudos realizados em áreas de banhados demonstram principalmente o predomínio de espécies da família Poaceae e Cyperaceae que, em conjunto, apresentam-se com grande uniformidade fitofisionômica (KLEIN e HATSCHBACH, 1962), caracterizadas muitas vezes como macrófitas, que por definição são todas as espécies vegetais visíveis a olho nu, permanentemente ou flutuante/submersa durante algum período de tempo (IRGANG e GASTAL, 1996). O maior número de indivíduos da família Cyperaceae é resultado da altura do lençol freático, ambiente hidromórfico, sendo que nas cotas mais baixas da ANR havia Sphagnum, espécie hidrofítica.

Resultado encontrado por Spellmeier *et al* (2009), para um banhado no estado do Rio Grande do Sul confirmam esta afirmação. Este padrão também foi verificado por Kafer *et al*, (2011) e Mauhs *et al* (2006) no mesmo estado. Montibeller (2011) confirmou este padrão para

banhados na serra catarinense, estes seguem o parâmetro da área estudada sendo circundado por plantios de Pinus.

5.2 CLASSES DE SOLOS DA ÁREA DE ESTUDO

Esperava-se encontrar material de origem basáltica na área estuda, porém o que observou-se foi o afloramento do arenito Botucatu. Quando o solo for proveniente de Arenitos, que são rochas de origem sedimentar, o solo apresenta textura grosseira, pobre em bases, baixa CTC e, portanto pouco férteis, além de apresentarem maior lixiviação dos nutrientes do solo resultado da textura grosseira combinada coma baixa CTC. Solos desenvolvidos de arenitos ocorrem principalmente em região de contato entre as rochas da Formação Serra Geral com as demais formações geológicas, expressando-se através do Arenito da Formação Botucatu, que forma geralmente manchas pequenas de solos arenosos.

Na área de estudo, nos locais onde foi possível observar um bom desenvolvimento da regeneração natural, onde a textura é mais fina e maior profundidade efetiva, porém devem possuir o mesmo material de origem da ANR com alguma contribuição de material coluvial. O solo da AR é um Latossolo Bruno distrófico típico (Tabela 3, Figura 5 e Quadro 1) profundo chegando a 260 cm (tradagem) de profundidade sem contato com a rocha. Nos locais onde não foi possível observar um bom desenvolvimento da regeneração natural (ANR), onde a textura é mais grosseira e profundidade efetiva é menor, foram descritos dois perfis de solo, ambos classificados como Neossolo Quartzarênico hidromórfico típico; o perfil 2 logo abaixo da encosta (Tabela 4, Figura 6 e Quadro 2) e o perfil 3 no terço inferior de morro (Tabela 5, Figura 7 e Quadro 3).

Figura 5: Perfil 1

PERFIL 1- Área Regenerada

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO
Bruno distrófico típico

LOCALIZAÇÃO: Ponte Alta do Norte.
Fazenda Paredão, FL 147, Coordenadas
UTM - X: 0564942 Y: 698499

SITUAÇÃO: Terço superior da encosta

MATERIAL ORIGINÁRIO: Arenito

PEDREGOSIDADE: Não pedregoso.

ALTITUDE: 1106 m

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO REGIONAL: Ondulado.

RELEVO LOCAL: Suave ondulado.

EROSÃO: Não

DRENAGEM: Moderadamente drenado.

USO ATUAL: Área Ciliar em processo
de Recuperação Ambiental

DESCRITO E COLETADO: Jaime
Antonio de Almeida, Mari Lucia
Campos e Gabriela Salami.

**Tabela 3: Descrição Morfológica para o Perfil 1**

Horizonte	Profundidade (cm)	Descrição
A ₁	0-15cm	Marrom avermelhado Escuro (5YR 3/3, seco); franco argilo arenosa;
A ₂	15-40cm	Marrom avermelhado Escuro (5YR 3/2, seco); franco argilo arenosa;
A ₃	40-55cm	Marrom avermelhado Escuro (5YR 3/2, seco); franco argilo arenosa;
AB	55-89cm	Marrom (7,5YR 4/4, seco); argilo arenosa;
BA	89-108cm	Marrom (7,5YR 4/2, úmido); argilo arenosa;
B	108-160+cm	Marrom amarelado (10YR 5/6, seco); argilo arenosa;

Quadro 1: Análises laboratoriais para o Perfil 1

		Granulometria da terra fina, g 100g ⁻¹					
		Areia	Silte	Argila	Silte/Argila	pH água (1:2,5)	
Símbolo	Prof.	2-0,05 mm	0,05-0,002 mm	<0,002 mm			
Horizontes	cm	g kg ⁻¹					
A1	0-15cm	587,0	105,8	307,2	0,34	4,16	
A2	15-40cm	563,0	136,8	300,2	0,46	4,27	
A3	40-55cm	541,3	128,3	330,4	0,39	4,22	
AB	55-89cm	557,1	68,6	374,3	0,18	4,26	
BA	89-108cm	555,4	41,0	403,6	0,10	4,38	
B	108-160+cm	518,9	81,7	399,4	0,20	4,68	
		Bases trocáveis					
Símbolo	Prof.	CO	MO	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺¹	Na ⁺¹
Horizontes	cm	g kg ⁻¹		cmolc dm ⁻³			
A1	0-15cm	2,77	2,77	0,17	0,09	0,15	0,03
A2	15-40cm	2,87	2,87	0,15	0,08	0,10	0,03
A3	40-55cm	1,47	1,47	0,15	0,07	0,08	0,03
AB	55-89cm	1,87	1,87	0,19	0,07	0,08	0,03
BA	89-108cm	3,96	3,96	0,17	0,06	0,09	0,03
B	108-160+cm	0	0	0,18	0,06	0,09	0,03
Símbolo	Prof.	Ca/Mg	Soma de bases (Sb)	Al ⁺³	CTC Efetiva	Saturação c/ alumínio (M)	P
Horizontes	cm	cmolc kg ⁻¹					
A1	0-15cm	1,94	0,41	8,49	15,24	97,31	0,49
A2	15-40cm	1,85	0,33	9,44	10,81	96,95	0,29
A3	40-55cm	2,14	0,30	7,55	8,74	96,55	0,29
AB	55-89cm	2,69	0,33	6,91	8,26	95,95	1,53
BA	89-108cm	2,84	0,32	7,48	9,53	96,65	1,12
B	108-160+cm	3,29	0,33	5,50	9,28	96,45	0,49

*Teor de matéria orgânica (MO) estimada pela equação: $MO = C \cdot 1,724$

Figura 6: Perfil 2

PERFIL 2: Área Não Regenerada (Intermediária)

CLASSIFICAÇÃO: NEOSSOLO Quartzarênico hidromórfico típico.

LOCALIZAÇÃO: Ponte Alta do Norte. Fazenda Paredão, FL 147, Coordenadas UTM – X: 0564972 Y: 6984530

SITUAÇÃO: Abaixo da encosta, ponto superior de várzea

MATERIAL ORIGINÁRIO: Material coluvial

PEDREGOSIDADE: Não pedregoso.

ALTITUDE: 1107 m

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO REGIONAL: Ondulado.

RELEVO LOCAL: Suave ondulado.

EROSÃO: Não

DRENAGEM: imperfeito a mal drenado

USO ATUAL: Área de preservação permanente - Banhado

DESCRITO E COLETADO: Jaime Antonio de Almeida, Mari Lucia Campos e Gabriela Salami.

OBS: Mosqueados entre 30-40 cm, e abundantes acima de 30 cm.

**Tabela 4: Descrição Morfológica para o Perfil 2**

Horizonte	Profundidade (cm)	Descrição
A ₁	0-10	Cinza muito escuro (5YR 3/1, seco); areia franca;
A ₂	10-28	Preto avermelhado (2,5 YR 2,5/1, seco); areia franca;
AC	28-50	Marrom escuro acinzentado (10YR 4/2, seco); areia;
CG1	50-70	Marrom escuro acinzentado (10YR 4/2, seco); franco arenoso;
CG2	70-90+	Marrom escuro acinzentado (10YR 4/2, úmido); franco argilo arenoso;

Quadro 2: Análises laboratoriais para o Perfil 2

		Granulometria da terra fina, g 100g ⁻¹					
		Areia	Silte	Argila	Silte/Argila	pH água (1:2,5)	
Símbolo	Prof.	2-0,05 mm	0,05-0,002 mm	<0,002 mm			
Horizontes	cm	g kg ⁻¹					
A1	0-10	843,2	48,1	108,7	0,44	4,09	
A2	10-28	871,1	29,7	99,2	0,30	4,35	
AC	28-50	900,5	3,3	96,2	0,03	4,46	
CG1	50-70	783,6	59,6	156,8	0,38	4,32	
CG2	70-90+	682,2	109,4	208,4	0,52	4,48	
		Bases trocáveis					
Símbolo	Prof.	CO	MO	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺¹	Na ⁺¹
Horizontes	cm	g kg ⁻¹		cmolc dm ⁻³			
A1	0-10	1,26	2,17	0,12	0,07	0,11	0,03
A2	10-28	1,09	1,88	0,15	0,07	0,09	0,03
AC	28-50	0	0	0,18	0,07	0,08	0,03
CG1	50-70	0,51	0,88	0,17	0,07	0,08	0,03
CG2	70-90+	0,59	1,01	0,16	0,07	0,09	0,03
Símbolo	Prof.	Ca/Mg	Soma de bases (Sb)	Al ⁺³	CTC Efetiva	Saturação c/ Alumínio (M)	P
Horizontes	cm	cmolc kg ⁻¹				(%)	cmolc dm ⁻³
A1	0-10	1,71	0,30	9,16	11,04	97,25	5,27
A2	10-28	2,02	0,31	5,61	9,77	96,79	1,12
AC	28-50	2,49	0,34	3,59	8,77	96,16	2,36
CG1	50-70	2,35	0,33	3,70	8,76	96,27	0,49
CG2	70-90+	2,24	0,33	5,47	9,79	96,64	0,29

*Teor de matéria orgânica (MO) estimada pela equação: $MO = C * 1,724$

Figura 7: Perfil 3

PERFIL 3: Área Não Regenerada

CLASSIFICAÇÃO: NEOSSOLO
Quartzarênico hidromórfico típico

LOCALIZAÇÃO: Ponte Alta do Norte. Fazenda Paredão, FL 147, Coordenadas UTM – X: 0565128 Y: 6984707

SITUAÇÃO: Pedimento, (1/3 inferior de morro)

MATERIAL ORIGINÁRIO:
Material coluvial

PEDREGOSIDADE: Não pedregoso.

ALTITUDE: 1110 m

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO REGIONAL: Ondulado.

RELEVO LOCAL: Suave ondulado.

EROSÃO: Não

DRENAGEM: imperfeita

USO ATUAL: Área de preservação permanente - Banhado

DESCRITO E COLETADO: Jaime Antonio de Almeida, Mari Lucia Campos e Gabriela Salami.

OBS: Mosqueados entre 30-40 cm, e abundantes acima de 30 cm.

**Tabela 5: Descrição Morfológica para o Perfil 3**

Horizonte	Profundidade (cm)	Descrição
A	0-25	Marrom escuro acinzentado (10 YR 4/2 Seco) Areia Franca
AC	25-38	Marrom acinzentado claro (10 YR 6/2 Seco) Franco Arenoso
CG1	38-70	Marrom acinzentado claro (10 YR 6/2 Seco) Areia Franca
CG2	70-100+	Cinza claro (10 YR 7/2 Seco) Areia Franca

Quadro 3: Análises laboratoriais para o Perfil 3

		Granulometria da terra fina, g 100g ⁻¹					
		Areia	Silte	Argila	Silte/Argila	pH água (1:2,5)	
Símbolo	Prof.	2-0,05 mm	0,05-0,002 mm	<0,002 mm			
Horizontes	cm	g kg ⁻¹					
A	0-25	866,9	55,0	78,1	0,70	4,18	
AC	25-38	822,0	52,1	125,9	0,41	4,31	
CG1	38-70	870,5	27,4	102,1	0,27	4,61	
CG2	70-100+	875,8	0,4	123,8	0,00	4,47	
		Bases trocáveis					
Símbolo	Prof.	CO	MO	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺¹	Na ⁺¹
Horizontes	cm	g kg ⁻¹		cmolc dm ⁻³			
A	0-25	0,85	0,15	0,15	0,07	0,08	0,03
AC	25-38	0,82	0,14	0,16	0,07	0,08	0,03
CG1	38-70	0	0	0,20	0,07	0,10	0,03
CG2	70-100+	0	0	0,17	0,06	0,10	0,03
Símbolo	Prof.	Ca/Mg	Soma de bases (Sb)	Al ⁺³	CTC Efetiva	Saturação c/ alumínio (M)	P
Horizontes	cm	cmolc kg ⁻¹				(%)	cmol _c dm ⁻³
A	0-25	2,20	0,31	4,86	8,75	96,51	1,94
AC	25-38	2,24	0,32	3,66	8,50	96,28	1,53
CG1	38-70	2,71	0,37	4,51	10,08	96,37	0,28
CG2	70-100+	2,84	0,33	4,20	10,30	96,83	0,07

*Teor de matéria orgânica (MO) estimada pela equação: MO = C*1,724

5.3 PROPRIEDADES QUÍMICAS E FÍSICAS

Na tabela 6 encontram-se as médias das propriedades químicas dos solos das áreas AR e ANR, e na tabela 7 encontra-se a análise de variância (ANOVA) que testou os tratamentos: T1=área, T2= Profundidade e T3= Interação área x ambiente.

Tabela 6: Propriedades químicas das áreas regenerada (AR) e não regenerada (ANR) em duas profundidades (média de quatro repetições).

Variáveis*	Área AR		Área ANR	
	Profundidade (cm)		Profundidade (cm)	
	0-20	20-40	0-20	20-40
pH água	4.65	4.69	4.25	4.33
pH KCl	3.85	3.89	3.86	4.05
pH SMP	4.83	4.93	5.31	5.51
Ca	1.05	0.93	2.53	2.59
Mg	1.35	1.91	2.17	1.84
Al	13,3	13,03	4,25	4,97
K	0.13	0.065	0.036	0.03
Na	0.02	0.01	0.02	0.02
P	7.86	4.42	12.43	4,34

*As variáveis estão expressas nas seguintes unidades: pH, Ca, Mg, Al, K, Na (Cmolc.Kg); P (mg/Kg).

O pH em água apresentou diferença estatística ($P < 0,01$) entre as áreas estudadas mas não foi observada variação entre as profundidades. Para ambas as áreas o valor de pH é considerado muito baixo ($< 5,0$) segundo a Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004). A liberação de ácidos orgânicos, por acículas em decomposição, e a maior absorção de cátions do que de ânions são possíveis causas da acidificação dos solos sob plantios de *Pinus* sp. (Giddens *et al*, 1997). O acúmulo de acículas na superfície do solo promove a retenção de quantidades consideráveis de nutrientes na serrapilheira, o que altera o equilíbrio do sistema solo-planta (Chavez & Corrêa, 2005).

Tabela 7: Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação (CV) para as diferentes variáveis químicas em relação ao efeito de áreas, profundidades e interação áreas vs. profundidades.

	pH água	pH KCl	pH SMP	Ca	Mg	Al	P	Na	K
Áreas (A)	2,31**	0,006*	4,48**	4,68**	0,3**	35,68**	1,04 ^{NS}	0,0006*	0,03**
Prof. (P)	0,06 ^{NS}	0,01**	0,34*	0,007 ^{NS}	0,02 ^{NS}	0,03 ^{NS}	18,29**	0,000007 ^{NS}	0,008**
A x P	0,004 ^{NS}	0,006*	0,04 ^{NS}	0,021 ^{NS}	0,35**	0,09 ^{NS}	2,26 ^{NS}	0,00009 ^{NS}	0,006**
CV (%)	5,15	1,62	5,41	11,26	10,52	18,08	34,74	1,52	5,11

* Significativo a 5%; ** Significativo a 1%; NS: Não significativo.

Para pH KCl verificaram-se diferenças significativas entre as áreas, entre as profundidades e na interação de ambos. Ao comparar as áreas dentro de cada profundidade, houve diferença significativa na profundidade 20-40 cm e em profundidade obteve-se diferença significativa na ANR.

Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) nos teores de Al trocável entre as profundidades para as duas áreas estudadas (Tabela 7). Os valores médios de Al^{+3} para AR foram de 13,3 e 13,03 $cmolc\ kg^{-1}$ e para ANR foram de 4,25 e 4,97 $cmolc\ kg^{-1}$ nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente (Tabela 6). Os maiores teores de Al^{+3} na AR está relacionado ao teor de argila e a maior CTC do solo (15, 83 e 9,98 $cmolc\ kg^{-1}$ para a primeira e segunda camada e 15,93 e 9,43 $cmolc\ kg^{-1}$ para a primeira e segunda camada respectivamente para a AR e ANR), por ser um solo mais velho. Em pH menor do que 5,0, o Al^{+3} é o cátion que normalmente predomina na CTC.

Com relação ao Ca, verificou-se diferença ($P < 0,01$) entre os ambientes estudados independente da profundidade (Tabela 7). Maiores valores de Ca foram encontrados na ANR de 2,53 e 2,59 $cmolc\ kg^{-1}$ nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente, enquanto, que na AR os teores médios encontrados para as duas profundidades foram de 1,05 e 0,93 $cmolc\ kg^{-1}$ (Tabela 6). Teores de Ca no solo menores ou iguais a 2,0 $cmolc\ kg^{-1}$ são considerados baixos e entre 2,1 e 4,0 $cmolc\ kg^{-1}$ são considerados médios, segundo a Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004). O maior teor de Ca disponível na área

ANR esta relacionado à má drenagem, pois, em ambientes reduzidos a disponibilidade de nutrientes é maior. Entretanto esse resultado não reflete as diferenças entre os materiais de origem no que tange a quantidade de minerais primários intemperizáveis que forneçam nutrientes, já que, solos jovens derivados de arenito possuem baixíssima quantidade de minerais primários intemperizáveis.

O teor de Mg apresentou diferença ($P < 0,01$) entre as áreas estudadas e também na interação entre área e profundidade (Tabela 7). A análise das interações mostra que houve diferença significativa das áreas para a profundidade 0-20 cm e das profundidades dentro das áreas AR e ANR. Para esta variável maiores teores foram observados na profundidade de 0-20 cm ($2,17 \text{ cmolc kg}^{-1}$) para a ANR e na profundidade de 20-40 cm ($1,91 \text{ cmolc kg}^{-1}$) para AR (Tabela 6); estes valores encontrados, independente da profundidade, são considerados altos pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004). Para a maior disponibilidade de Mg na ANR cabe a mesma explicação apresentada acima para o Ca.

O acúmulo de Mg nas camadas superficiais do solo, de forma similar ao Ca, é devido à maior CTC, à localização superficial de fertilizantes e corretivos e à mineralização dos resíduos das plantas de cobertura (BAYER e BERTOL, 1999). Segundo Bissani e Tedesco (1995) estes elementos se ligam às cargas negativas das argilas e matéria orgânica, reduzindo a sua lixiviação.

Para a ANR se observa que o teor de Mg é menor do que o teor de Ca em profundidade, já que a perda por lixiviação do Mg é normalmente maior (BISSANI & TEDESCO, 1995). No entanto, esse comportamento não foi observado na AR, onde os teores de Mg são superiores aos de Ca nas duas profundidades.

Quanto aos teores de K, obteve-se diferença ($P < 0,01$) entre as áreas, entre profundidades e na interação das mesmas. Os teores médios de K encontrados na área AR e ANR são classificados como muito baixos segundo critérios estabelecidos pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004). Para AR o teor de K foi menor ou igual a 5 cmolc dm^{-3} , independente da profundidade, e entre 5,1 e 15 cmolc dm^{-3} para a ANR.

O P apresentou apenas diferença ($P < 0,01$) entre as profundidades estudadas, sendo observada uma maior concentração em menor profundidade (Tabela 7 e Tabela 6). Segundo a Comissão de Química e Fertilidade do Solo, (2004), que leva em consideração o teor de argila presente no solo para interpretar os valores de P, os solos da AR na profundidade de 0-20 e 20-40 cm são classificados com baixo teor do referido elemento; para ANR o teor de P é classificado como muito baixo e baixo para a profundidade de 0-20 e 20-40, respectivamente.

Os valores de Na foram significativos ($P < 0,01$) e semelhantes para as duas áreas estudadas (Tabela 7). Na camada de 0-20 cm obteve-se a mesma média para as duas áreas ($0,02 \text{ cmolc kg}^{-1}$) e para a profundidade de 20-40 cm a média da AR foi de $0,01 \text{ cmolc kg}^{-1}$ e da ANR foi de $0,02 \text{ cmolc kg}^{-1}$ (Tabela 6).

Apesar da maioria dos solos possuírem deficiência nutricional, as florestas naturais geralmente não apresentam sintomas de deficiência, devido à ciclagem de nutrientes que está em equilíbrio com a demanda. A substituição de florestas naturais por plantios florestais de ciclo curto ou qualquer tipo de cultura altera os processos naturais de ciclagem e o armazenamento de nutrientes, devido, principalmente, às mudanças na qualidade da matéria orgânica, causadas pelas práticas de manejo. Isto dificulta a sustentabilidade dos sítios, pelo importante papel da matéria orgânica nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo (BROWN e LOEWENSTEIN, 1978).

Na tabela 8 encontram-se as médias para as propriedades físicas dos solos das áreas AR e ANR e na tabela 9 a análise variância (ANOVA) que testou os tratamentos: T1=área, T2= Profundidade e T3= Interação área x profundidade.

Houve diferença significativa para a areia, argila e silte entre as áreas estudadas (Tabela 9), sendo que, os teores médios de argila, silte e areia encontrados para solo indicam que a classe textural da área AR é franco argilo arenosa e da ANR é areia franca (tabela 8). A diferença de textura é reflexo das diferenças nos teores de argila desses solos; sendo que o maior teor de argila da AR explica o maior teor de Al^{+3} e a maior CTC efetiva.

Tabela 8: Valores médios de 16 observações para propriedades físicas para as áreas AR e ANR em quatro profundidades.

Variáveis	Área AR				Área ANR			
	Profundidade (cm)				Profundidade (cm)			
	0-10	10-20	20-30	30-40	0-10	10-20	20-30	30-40
Areia	56,92	54,83	54,85	54,89	84,79	83,02	85,26	86,27
Argila	27,92	29,09	29,10	29,79	10,90	11,75	11,18	9,46
Silte	15,16	16,08	16,04	15,32	4,31	5,23	3,55	4,26
DS	0,99	1,20	1,21	1,31	1,26	1,31	1,34	1,35
Macro	0,21	0,15	0,12	0,11	0,17	0,16	0,14	0,14
Micro	0,37	0,35	0,37	0,35	0,53	0,45	0,44	0,44
Bio	1,55	1,72	1,75	1,81	0,04	0,04	0,03	0,03
CC	0,07	0,08	0,09	0,09	0,51	0,44	0,43	0,43

As variáveis estão expressas nas seguintes unidades: Areia, Argila e Silte (%), DS (g.cm^{-3}), Macro, Micro, Bio, CC (m^3m^{-3}).

Tabela 9: Quadrados médios (QM) e coeficientes de variação (CV) para as diferentes variáveis físicas em relação ao efeito de áreas, profundidades e interação áreas vs. profundidades.

	Areia	Argila	Silte	DS	Macro	Micro	Bio	CC
Áreas (A)	6,47**	23,07**	38,4**	0,12**	0,0009 ^{NS}	0,06*	20,3**	1,47**
Prof. (P)	0,006 ^{NS}	0,06 ^{NS}	0,1 ^{NS}	0,05**	0,01**	0,004 ^{NS}	0,01**	0,001 ^{NS}
Á x P	0,005 ^{NS}	0,006 ^{NS}	0,16 ^{NS}	0,02 ^{NS}	0,004*	0,002 ^{NS}	0,01**	0,004 ^{NS}
CV (%)	4,47		15,75	9,12	5,33	14,01	3,38	16,06

* Significativo a 5%; ** Significativo a 1%; NS: Não significativo.

A DS do solo foi baixa nos dois ambientes (Tabela 8). Diferenças significativas ($P < 0,01$) na DS foram constatadas entre as áreas e também entre as profundidades, porém não houve diferença significativa na interação das mesmas (Tabela 9). Houve um aumento gradual nesta variável em profundidade para ambas as áreas; fato este esperado, visto que houve tráfego de maquinário pesado na área quando a mesma continha plantios homogêneos de Pinus. O valor médio de DS na ANR na profundidade de 0-10 é superior a AR, porém em profundidade a DS dos dois ambientes se assemelham. Solos arenosos apresentam valores de densidade naturalmente mais elevados em relação a solos argilosos (SÁ & SANTOS JUNIOR, 2005). Solos arenosos, por possuírem partículas maiores, apresentam espaço poroso constituído por poros de maior diâmetro (macroporos), por outro lado o volume total de poros é menor nestes solos quando comparados aos de textura argilosa, onde a formação de microagregados pelas partículas de argila aumenta a microporosidade (KLEIN, 2005). Corroborando com o apresentado, Oliveira Junior (1999) ao avaliar a compactação do solo produzida pelo tráfego de uma carreta florestal utilizada para transporte de madeira de dentro dos talhões até a indústria, encontrou que, para solos com mais de 80% de areia, em termos de densidade os efeitos do tráfego da carreta foram mais pronunciados até 10 cm de profundidade. Fernandes e Souza (2003) encontraram um aumento em profundidade na densidade do solo para um Latossolo de textura argilosa quando da utilização de um trator autocarregável (*Forwarder*).

Para solos de textura arenosa a DS crítica situa-se entre 1,7 e 1,8 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (REICHERT *et al*, 2003). Conforme Carvalho *et al* (2007) atributos físicos como densidade e umidade são indicadores da qualidade do solo, entendendo como qualidade do solo a capacidade deste em manter a produtividade biológica, a qualidade ambiental e a vida vegetal e animal saudável na face da terra (DORAN & PARKIN, 1994).

Sattler (2006) determinou valor de DS de 1,43 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ em área sob vegetação nativa, na profundidade de 0 – 20 cm do solo para um Argissolo, como também visto por Magalhães *et al* (2001) para um Latossolo. Percebe-se que os valores de DS, na profundidade estabelecida, independente do trato cultural e do sítio de amostragem, estão acima dos valores médios

considerados ideais para DS, os quais segundo Camargo & Alleoni (1997), estão compreendidos na faixa de 1,0 e 1,2 g.cm⁻³ para solos argilosos. Esses maiores valores para a densidade podem resultar numa maior degradação do solo nas áreas em estudo, o que indicam uma possível compactação e/ou adensamento do solo.

Com relação à porosidade, para macroporos houve diferença ($P < 0,05$) entre as profundidades, o que é um padrão para tal variável e também houve diferença significativa da interação área e profundidade (Tabela 9). A porosidade do solo é reflexo direto da estrutura e textura do solo, sendo os poros determinados pelo arranjo e geometria das partículas, diferindo quanto à forma, comprimento, largura e tortuosidade. Solos arenosos, como os da área ANR, apresentam espaço poroso constituído por poros de maior diâmetro (macroporos), por outro lado o volume total de poros é menor nestes solos quando comparados aos de textura argilosa, onde a formação de microagregados pelas partículas de argila aumenta a microporosidade (KLEIN, 2005). Entretanto, o volume de macroporos da área ANR na profundidade de 0-10 cm são inferiores ao da AR (Tabela 8), o que pode explicar a maior DS encontrada para aquele solo.

Para microporos, houve apenas diferenciação significativa ($P < 0,05$) entre as áreas estudadas (Tabela 9), sendo que a ANR possui maior volume de microporos na primeira profundidade avaliada (Tabela 8), isso aliado ao menor volume de macroporos e maior DS indicam maior compactação desse solo (KLEIN, 2005; JONG VAN LIER, 2010). Bioporos houve diferença ($P < 0,01$) entre as áreas, entre profundidades e também na interação das mesmas (Tabela 9). As interações mostraram que houve diferença significativa entre as áreas para todas as profundidades e também entre as profundidades na AR. Nota-se, a correlação do volume de macroporos com a densidade do solo, o que também foi verificado por Cavenage *et al* (1999); Luciano *et al* (2010); OLIVEIRA JUNIOR, (1998); STRECK *et al* (2004); LOPES *et al* (2006).

5.4 ANÁLISE DISCRIMINANTE CANÔNICA (ADC)

As variáveis químicas estudadas são constituídas pelos teores de Cálcio, Magnésio, Alumínio, Sódio, Potássio e Fósforo trocáveis do solo, e valores de pH em água, pH em KCl e pH SMP; as variáveis físicas são representadas pelos teores de argila e silte, densidade do solo (DS), macroporosidade (macro), microporosidade (micro), bioporos (bio) e capacidade de campo (CC); como os teores de argila e areia são inversamente proporcionais na fração mineral do solo, possuem altos valores de correlação o que ocasiona um mau

condicionamento da matriz de dados acarretando problemas nas operações subsequentes necessárias às análises multivariadas. Portanto, para diminuir a sobreposição de informação (redundância) entre as duas variáveis optou-se por excluir o teor de areia.

O número de funções discriminantes canônicas (FDC) em uma análise é determinado pelo menor valor, de acordo com o número de grupos (ambientes formados pela combinação entre as áreas estudadas e as profundidades de amostragem) analisados menos um e o de variáveis estudadas (JOHNSON e WICHERN, 2002). Dessa forma, obtiveram-se três FDC para cada uma das análises, físicas e químicas, respectivamente.

Foram utilizadas apenas as duas primeiras FDC, significativas ($P < 0,01$), uma vez que representavam 85,15% e 9,44% do potencial de discriminação total para as variáveis químicas e 93,04% e 5,2% para as variáveis físicas, respectivamente, para FDC₁ e FDC₂ (Tabelas 10 e 11). A FDC₁ apresentou um coeficiente de correlação canônica de 0,93 para as análises químicas bem como para as análises físicas, o que é um indicativo do alto grau de associação entre as variáveis e os ambientes estudados.

Houve diferença significativa ($P < 0,0001$) dos vetores de médias das variáveis entre os grupos (combinação áreas vs. profundidades) testados pelas estatísticas lambda de Wilks e traço de Pillai. Este comportamento também pode ser visualizado nas Figuras 5 e 6. Observa-se a nítida separação entre as áreas estudadas; a diferenciação entre profundidades também é observada, porém com menor representatividade para ambas as análises.

O valor do Coeficiente Canônico Padronizado (CCP) indica a influência relativa de cada variável para a separação dos tratamentos, na presença das demais variáveis, ou seja, é uma medida do comportamento multivariado, enquanto o valor de r representa a influência individual de cada variável independente das demais, ou seja, uma visão univariada (HAIR Jr. *et al.*, 2005). A Taxa de Discriminante Paralela (TDP) é o resultado do produto entre o valor do CCP e o valor de R . Valores positivos e mais altos da TDP indicam maior peso na separação dos tratamentos enquanto valores negativos indicam a presença de uma variável supressora que não expressa a diferença entre os tratamentos.

No caso das variáveis químicas, na FDC₁ o maior peso na separação dos grupos foi representado pelo teor de Ca, enquanto que na FDC₂ a variável mais importante foi o teor de P (Tabela 10). Isto indica que, os valores de Ca, dentre os atributos químicos do solo avaliados, é o que melhor discrimina as duas áreas em estudo, corroborando os resultados na análise univariada (Tabela 7). Quanto às variáveis físicas, a capacidade de campo na FDC₁ teve o maior peso na separação dos tratamentos e as demais variáveis tiveram menor contribuição. Isto indica que, a capacidade de campo, influenciada pelos demais fatores

físicos dentre os atributos físicos do solo avaliados, é o que melhor discrimina as duas áreas em estudo (Tabela 11). Os valores encontrados para o TDP complementam os resultados obtidos na análise univariada realizada nas áreas estudadas, que mostrou diferenças significativas na capacidade de campo (Tabela 09) entre as duas áreas analisadas.

Tabela 10: Coeficientes canônicos padronizados (CCP), coeficientes de correlação linear (r) e taxa de discriminação paralela (TDP) das variáveis estudadas em relação aos dois primeiros eixos canônicos para as análises químicas do solo

Variáveis	Função Discrim. Canônica 1			Função Discrim. Canônica 2		
	CCP	R	TDP	CCP	R	TDP
pH água	-0,6808	-0,3790	0,2580	0,1395	0,1039	0,0145
pH KCl	0,2371	-0,0479	-0,0114	0,6280	0,6436	0,4042
pH SMP	0,7120	0,1333	0,0950	0,3058	0,1202	0,0368
Ca	0,9214	1,3322	1,2275	0,1399	1,0976	0,1536
Mg	0,4253	0,3737	0,1590	-0,3470	-0,4409	0,1530
Al	-0,8819	-0,9637	0,8499	0,0125	0,8568	0,0107
K	-0,5775	-0,5417	0,3128	-0,0480	0,2535	-0,0122
Na	0,3960	0,1233	0,0488	0,1336	0,0976	0,0130
P	0,1492	0,0674	0,0100	-0,6668	-0,8567	0,5713
Autovalores		8,16			0,90	
% Var Acum		85%			94%	

Tabela 11: Coeficientes canônicos padronizados (CCP), coeficientes de correlação linear (r) e taxa de discriminação paralela (TDP) das variáveis estudadas em relação aos dois primeiros eixos canônicos para as análises físicas

Variáveis	Função Discrim. Canônica 1			Função Discrim. Canônica 2		
	CCP	R	TDP	CCP	R	TDP
argila	0,8657	0,6466	0,5598	0,0765	0,2457	0,0188
silte	0,9042	0,7460	0,6745	0,0762	0,4912	0,0374
DS	-0,3928	0,2062	-0,0810	0,7696	0,7845	0,6037
macro	-0,0502	0,2347	-0,0118	-0,8010	-0,6319	0,5061
micro	-0,1917	2,0955	-0,4017	-0,0753	-0,5201	0,0392
cc	-0,7045	-3,0315	2,1356	-0,0266	0,6816	-0,0182
Autovalores		7,75			0,49	
% Var Acum		93%			99%	

Verifica-se, através destas, que tanto atributos químicos como atributos físicos, apresentam sensibilidade em separar às áreas de estudo. Para os atributos químicos, o teor de Ca responde pela maior diferença observada entre as áreas, e para os atributos físicos a capacidade de campo (muito influenciada pela textura), responde pela maior diferença observada entre as áreas; sendo estes, portanto, os atributos mais indicados para avaliar a qualidade do solo em curto prazo neste ambiente.

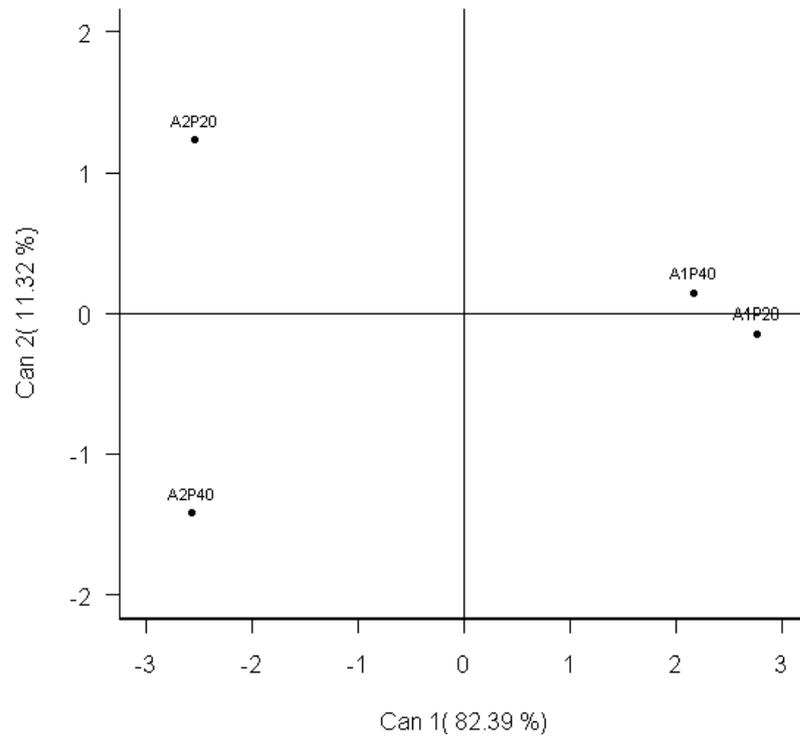


Figura 8: Médias dos valores da função discriminante canônica um (Can 1) e função discriminante canônica dois (Can 2) para os diferentes ambientes estudados em relação às análises químicas.

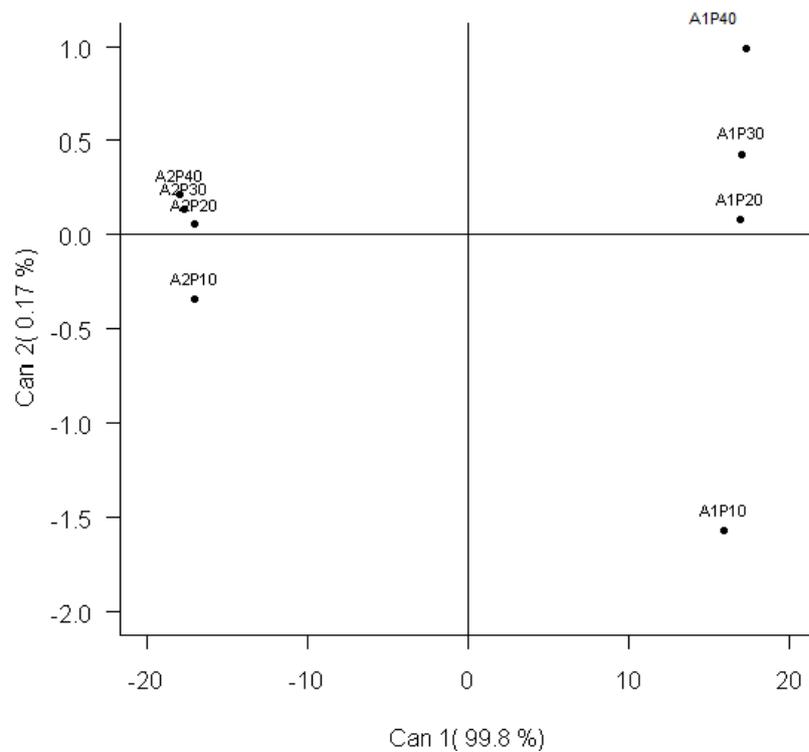


Figura 9: Médias dos valores da função discriminante canônica um (Can 1) e função discriminante canônica dois (Can 2) para os diferentes ambientes estudados em relação às análises físicas.

Como regra geral, ao trabalhar-se com análise multivariada, realiza-se testes para observar seus resultados, no caso deste trabalho, ocorreu uma inversão; iniciou-se com o problema (a deficiência de regeneração) e buscaram-se as causas. Sendo assim, o estudo revelou que o contribui para a separação das áreas é o teor de Ca e a textura.

A AR possui textura franco argilo arenosa, maior profundidade efetiva do solo, lençol freático profundo, enquanto que a ANR possui textura arenosa, é mal drenado com presença do lençol freático próximo a superfície quase o ano todo. O maior teor de Ca disponível na área ANR esta relacionado à má drenagem, pois, em ambientes reduzidos a disponibilidade de nutrientes é maior.

A presença da vegetação arbórea na AR contrastando a vegetação de gramíneas e algumas herbáceas que se estabeleceram na ANR é um indicativo de que a área iniciou um processo de regeneração natural, mas devido a estas diferenças nos ambientes, não conseguiu se desenvolver de forma homogênea. Pelas diferenças apresentadas de textura, altura do lençol freático entre os ambientes torna-se difícil que os dois locais possam ter semelhanças na estrutura florística.

Como a área estudada encontra-se em processo de adequação ambiental e tendo em vista que há afloramentos do arenito Botucatu em pontos onde não foi observada vegetação arbórea (ANR), a área poderia ser enquadrada no Princípio 9 instituído pelo FSC (Forest Stewardship Council) em português Conselho de Manejo Florestal, que trata da manutenção de florestas de alto valor de conservação, que são aquelas que têm algum valor ambiental e social. Além dos pontos de afloramento de áreas de recarga do arenito Botucatu, a fazenda é detentora de uma vasta área de conservação se somadas à reserva legal e as demais APP's.

7 CONCLUSÕES

A classificação dos solos discriminou as fitofisionomias estudadas: Latossolo Bruno mostrou-se mais associado à fisionomia de Mata e o Neossolo quartzarênico à de Banhado.

A má drenagem e uma textura arenosa favorecem o estabelecimento de espécies típicas de banhado. Este ambiente reduzido é uma barreira para o desenvolvimento de espécies com porte arbóreo.

As propriedades que discriminam as áreas AR e ANR são a capacidade de campo e o teor de cálcio.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2011, ano base 2010**. ABRAF. – Brasília: 2011. 130p.
- ALMEIDA, A. F. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. Ilhéus: Editus, 2000, 130p.
- ALVIM, P. de T. & ARAÚJO, W. A. **El suelo como factor ecológico en el desarrollo de la vegetación en el centro-oeste del Brasil**. Turrialba 2 (4): 153-160. 1952.
- APG III. **An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III**. Botanical Journal of the Linnean Society 161:105-121. 2009.
- ARENS, K. **As plantas lenhosas dos campos cerrados como vegetação adaptada às deficiências minerais do solo**. In: FERRI, M. G. (coord.) III Simpósio sobre o cerrado. São Paulo, Edgard Blucher /EDUSP, p. 13-115. 1963.
- BACKES, A. **Dinâmica do pinheiro-brasileiro**. Iheringia, série Botânica, Porto Alegre, n.30, p.49-84, 1983.
- BAWA, K.S.; SEIDLER, R. **Natural Forest management and conservation of biodiversity in tropical forests**. Conservation Biology, v. 12, n.1, p. 46-55, 1998.
- BAYER, C.; BERTOL, I. **Características químicas de um Cambissolo húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 687-694, 1999.
- BERNARDO VAN RAIJ. **Solo e Meio Ambiente**. Conferência apresentada no XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo: Solos – Alicerce dos Sistemas de Produção. Realizado em Ribeirão Preto, SP, de 13 a 18 de julho de 2003. Disponível em: <<http://dc359.4shared.com/doc/IHukLn9q/preview.html>>. Acesso em 01 de Dezembro de 2011.
- BISSANI, C.A.; TEDESCO, M.J. Enxofre, cálcio e magnésio In: GINELLO, C.; BISSANI, C. A.; TEDESCO, M. J. **Princípios de fertilidade de solo**. Porto Alegre: UFRGS 1995. cap. 10, p.135-148.
- BLAKE, G.R. e HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A., (Ed.). **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. 2. ed. Madison, American Society of Agronomy, p. 363-375, 1986.

BORGES, E.N.; NOVAES, R.F.; BARROS, N.F.; COSTA, L.M.; NEVES, S.J.C.L. **Resposta de mudas de eucalipto à camadas compactadas de solo.** Revista *Árvore*, Viçosa/MG, v.10, n.4, p.181-195, 1986.

BOTREL, R.T.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; RODRIGUES, L.A. & CURI, N. **Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbórea-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG.** Revista Brasileira de Botânica 25: 195-213. 2002.

BOTREL, R.T.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; RODRIGUES, L.A. & CURI, N. **Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbórea-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí-MG.** Revista Brasileira de Botânica, v.25, n.2, p.195-213, 2002.

BRACELPA. Associação Brasileira de Celulose e Papel. **Relatório Florestal 2010-2011.** São Paulo. 2011. 23p.

BRASIL. Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965. Dispõe sobre o Código Florestal Brasileiro. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]; Brasília, 16 de Set. 1965.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]; Brasília, 02 de Set. 1981.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]; Brasília, 05 de Out. 1988.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC.** Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]; Brasília, 19 de Jul. 2000.

BRDE. Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. **Florestamento na Região Sul do Brasil – uma análise econômica.** 2003.

BROWN, H. G.; LOEWESTEIN, H. Predicting site productivity of mixed conifer stands in Northern Idaho from soil and topographic variables. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 42, n. 6, p. 967-971, 1978.

CAMARGO, A. P. de. **Clima do cerrado.** In: FERRI, M. G. (coord.) III Simpósio sobre o cerrado. São Paulo, Edgard Blucher /EDUSP, p. 93-115. 1971.

CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas.** Piracicaba: USP/ESALQ, 1997.132p.

CAMARGOS, V. L.; SILVA, A. F.; MEIRA NETO, J. A. A.; MARTINS, S. V. **Influência de fatores edáficos sobre variações florísticas na Floresta Estacional Semidecidual no entorno da Lagoa Carioca - Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais.** Acta Botânica Brasília, v. 22, p. 75-84, 2008.

CARVALHO, A. J. A.; SOUZA, E. H.; MARQUES, C. T. S.; GAMA, E. V. S.; NACIF, P. G. S. **Caracterização física dos solos dos quintais agroflorestais e cultivos monotípicos na região de Amargosa, Bahia.** Rev. Bras. de Agroecologia. vol.2, n.2. p. 941-944. 2007.

CARVALHO, D. A. C.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; CURI, N.; VAN DEN BERG, E.; FONTES, M. A. L. & BOTEZELLI, L. **Distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do Rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil.** Revista Brasil. Bot., V.28, n.2, p.329-345. 2005.

CARVALHO, D.A.C.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; VAN DEN BERG, E.; FONTES, M.A.L.; VILELA, E.A.; MARQUES, J.J.G.S.M. & CARVALHO, W.A.C. **Variações florísticas e estruturais do componente arbóreo de uma floresta ombófila alto-montana às margens do rio Grande, Bocaina de Minas, MG, Brasil.** Acta Botanica Brasilica 19: 91-109. 2005a.

CAVENAGE, A.; MORAES, M. L. T.; ALVES, M. C.; CARVALHO, M. A. C.; FREITAS, M. L. M.; BUZETTI, S. **Alterações nas propriedades físicas de um latossolo vermelho-escuro sob diferentes culturas.** R. Bras. Ci. Solo, 23:997-1003, 1999.

CDB: Centro de Diversidade Biológica, 2009. Disponível em: <<http://www.cdb.gov.br/glossario/glossario.rtf/view>>.

CHAVES, R.Q.; CORRÊA, G.F. **Macronutrientes no sistema solo-*Pinus caribaea* Morelet em plantios apresentando amarelecimento das acículas e morte de plantas.** Revista Árvore, v.29, p.691-700, 2005.

CHECCHIA T.; GUINDANE A. A.; **Sustentabilidade Ambiental na Zona ripária: Uma abordagem emergética** In I Seminário Florestal de Zonas Ripárias, 2003, p.139-148.

COLWELL, R. K., MAO, C. X. & CHANG, J. **Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves.** Ecology 85, 2717-2727. 2004.

COLWELL, R.K. **EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples.** Version 8.0. 2006. Disponível em: <<http://purl.oclc.org/estimates>>. Acesso em: 18 de Abril de 2011.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** 10 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400p.

CONCEIÇÃO, P. C.; AMADO, T. J. C.; SPAGNOLLO, E.; GRAPEGGIA JÚNIOR, G.; ACOSTA, J. A. A. **Indicadores de qualidade do solo visando a avaliação de sistemas de manejo.** In: XIV Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e Água, 2002, Cuiabá-MT. CD-ROOM, Os (des)caminhos do uso da água na agricultura brasileira. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002.

COTTAM, G.; CURTIS, J. T. **The use of distance measures in phytosociological sampling.** Ecology 37(3): 451-460, 1956.

DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. **Defining and assessing soil quality**. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison, Soil Science Society of America, 1994. p.3-22. (Publication Number, 35).

DURIGAN, G.; RODRIGUES, R.R. & SCHIAVINI, I. **A heterogeneidade ambiental definindo a metodologia de amostragem da floresta ciliar**. In *Matas ciliares: conservação e recuperação* (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho, eds.). Edusp, São Paulo, p.159-167, 2000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA. Embrapa Florestas. **Zoneamento climático: *Pinus taeda* no sul do Brasil**. Colombo/PR: Embrapa Florestas, 2008.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Floresta. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no estado de Santa Catarina**. Curitiba, 1988. 113p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 46, 745p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise químicas de Solos plantas e fertilizantes**. Brasília, 1999.

ESPÍRITO-SANTO, F. D. B.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; MACHADO, E. L. M.; SOUZA, J. S.; FONTES, M. A. M. L.; MARQUES, J. J. G. S. **Variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de floresta estacional semidecídua montana no campus da Universidade Federal de Lavras, MG**. *Acta bot. bras.* 16(3): 331-356, 2002.

FERNANDES, H.C.; SOUZA, A.P. **Compactação de um Latossolo vermelho causada pelo tráfego do "Forwarder"**. *R. Árvore*, Viçosa-MG, v.27, n.3, p.279-284, 2003.

FERREIRA, I. C. M. **Associações entre solos e remanescentes de vegetação nativa em Campinas, SP**. (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical). Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas, 2007, 107 f.

FILHO, A. T. O. *et al* **Dinâmica da comunidade e populações arbóreas da borda e interior de um remanescente florestal na Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, em um intervalo de cinco anos (1999-2004)**. *Revista Brasil. Bot.*, V.30, n.1, p.149-161, 2007.

FISCHER, G. R. **Manejo Sustentado de Florestas Nativas**. Joinville: Escopo, 1987, 82p.

FRAGA, R. **A influência de fatores ambientais sobre padrões de distribuição espacial de comunidades de serpentes em 25 km² de floresta de terra firme na Amazônia Central**. Manaus; INPA/UFAM, 2009. 27f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas. Programa de Pós-graduação em Ecologia do INPA. Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas, Manaus, AM. 2009.

GALINDO, I. C. L. **Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no estado de Pernambuco.** (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2007, 255f.

GEE, G.W. e BAUDER, J.W. 1986. **Particle-size analysis.** In: KLUTE, A. Methods of soil analysis. American Society of Agronomy, 1: 383-411.

GIDDENS, K.M.; PARFITT, R.L.; PERCIVAL, H.J. **Comparison of some soil properties under *Pinus radiata* and improved pasture.** New Zealand Journal of Agricultural Research, v.40, p.409-416, 1997.

GOODLAND, R. & POLLARD, R. **The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient.** Journal of Ecology 61: 219-224. 1973.

HAIR Jr., J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. 2005. **Análise multivariada de dados.** 5 ed. Bookman : São Paulo, SP. 593 p.

HAKOYAMA, S.; YOSHIDA, K.; NAKAGAWA, J.; MORAES, M.H.; IWAMA, H.; IGUITA, K. & NAKAGAWA, J. **Efeitos da semeadura direta e do preparo convencional em algumas propriedades físicas do solo.** Científica, 23:17-30, 1995.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estado de Santa Catarina.** Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=sc>>. Acesso em 18 de Outubro de 2011.

IPEF. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. **A história do IPEF na silvicultura brasileira.** Piracicaba, 2008. 144p.

IRGANG, B. E.; GASTAL, Jr. C.V.S. **Macrófitas aquáticas da planície costeira do RS.** Porto Alegre: Botânica/UFRGS, 209p. 1992.

JACOMINE, P.K.T. **Solos sob Matas Ciliares.** In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.). Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: Universidade de São Paulo. p. 27-31, 2000.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. 2002. **Applied multivariate statistical analysis.** 5. Prentice Hall : New Jersey, USA. 767 p.

JONG VAN LIER, Q. (ed.). **Física do Solo.** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. 298p. p. 1-27.

JORDAN, W. R.; PETERS, R. L.; ALLEN, E. B. **Ecological restoration as a strategy for conserving biological diversity.** Environmental Management, v. 12, n.1, p. 55-72, 1988.

KAFER, D. S.; COLARES, I. G.; HEFLER, S. M. **Florística e fitossociologia de macrófitas aquáticas em banhado continental em Rio Grande, RS, Brasil.** Rodriguésia 62(4): 835-846. 2011.

KARLEN, D. L. ; MAUSBACH, M. J. ; DORAN, J. W. ; CLINE, R. G. ; HARRIS, R. F. ; SCHUMAN, G. E. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. Soil Science Society American Journal, Madison. v. 61, p. 4–10, 1997.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia: relações solo planta**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.

KLEIN, R. M.; HATSCHBACH, G. G. **Fitofisionomia e notas sobre a vegetação para acompanhar a planta fitogeográfica do município de Curitiba e arredores (Paraná)**. Boletim da Universidade do Paraná. Geografia Física, Curitiba, v. 4, p. 1-29, 1962.

KLEIN, V. A. **Propriedades do solo e manejo da água em ambientes protegidos com cultivo de morangueiro e figueira**. Passo fundo: ed. UPF, 2005. 61p.

KOCK, Z.; CORRÊA, M. C. **Araucária: a floresta do Brasil meridional**. Curitiba: Olhar Brasileiro, 148p., 2002.

KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O.; JOLY, C. A.; BERNACCI, L. C. **Relação entre o solo e a composição florística de remanescentes da vegetação natural no município de Ribeirão Preto, SP**. Revista Brasileira de Botânica, v. 28, n. 3, p. 541-562, 2005.

KRONKA, F.J.N.; BERTOLANI, F. e PONCE, R.H. **A cultura do *Pinus* no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2005.

LEITE, P.F.; KLEIN, R.M. Vegetação. In: LEITE, P.F.; KLEIN, R.M. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 2, 1990.

LIMA, M.A.T. **Composição da ictiofauna demersal do estuário do Rio de Contas, Bahia, Brasil**. Ilhéus, BA.: UESC, 2010. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA. 2010.

LITTEL, R. C.; FREUND, R. J.; SPECTOR, P. C. 1991. **SAS System for Linear Models 3**. ed. SAS Institute Inc.: Cary, NC, USA. 329 p.

LOPES, S. E.; FERNANDES, H. C.; VIEIRA, L. B.; MACHADO, C. C.; RINALD, P. C. N. **Compactação de um solo de uso florestal submetido ao tráfego de arraste de madeira**. Rev. Árvore. V.30, n.3, pp. 369-376. 2006.

LUCIANO, R. V.; BERTOL, I.; BARBOSA, F. T.; KURTZ, C.; FAYAD, J. A. **Propriedades físicas e carbono orgânico do solo sob plantio direto comparados à mata natural, num Cambissolo Háplico**. Revista de Ciências Agroveterinárias (UDESC), v. 9, p. 09-19, 2010.

MACHADO, C. C. **Colheita Florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 468p.

MAGALHÃES, L.M.S.; BLUM, W.E.H.; HIGUSHI, N.; SANTOS, J. **Relações entre o solo e a floresta no estabelecimento de unidade florestais na Amazônia**. Floresta e Ambiente, v.5, n.1, p.89-103, jan./out. 1998.

MAGALHÃES, R.T.; KLIEMANN, H.J.; OLIVEIRA, I.P. **Evolução das propriedades físicas de solos submetidos ao manejo do sistema barreirão**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Brasília, v.31, p.7-13, 2001.

MARTINS, S. V.; SILVA, N. R. S.; SOUZA, A. L.; NETO, J. A. A. M. **Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG**. Scientia Florestalis, n. 64, 2003.

MAUHS, J.; MARCHIORETTO, M. S.; BUDKE, J. **Riqueza e biomassa de macrófitas aquáticas em uma área úmida na planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil**. Pesquisas, botânica n° 57: 289-302. São Leopoldo, Instituto Anchieta de Pesquisas, 2006.

MEDEIROS, M. B.; GUARINO, E. S. G.; SILVA, G. P. **Fitossociologia de um trecho de Cerrado *sensu stricto* na bacia do Rio Corumbá - área de influência direta do aproveitamento hidrelétrico Corumbá IV (GO)** – Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. 21 p. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1676 – 1340; 86)

MMA/SBF. Ministério do Meio Ambiente/Sociedade de Biodiversidade e Floresta. **Biodiversidade Brasileira: Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. 2002. 404p.

MONTIBELLER, K. S. **Florística de áreas úmidas no planalto catarinense**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade do Estado de Santa Catarina. Lages, 2006, 85p.

MORA, Admir Lopes; GARCIA, Carlos Henrique; Sociedade Brasileira de Silvicultura. **A cultura do eucalipto no Brasil - Eucalypt cultivation in Brazil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000. 112 p.

MORENO, M. I. C; SCHIAVINI, I. **Relação entre vegetação e solo em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia (MG)**. Revta brasil. Bot., São Paulo, V.24, n.4 (suplemento), 2001.

NUNES, J. A. **Florística, estrutura e relações solo-vegetação em gradiente fitofisionômico sobre Canga, na serra sul, Flona de Carajás, Pará**. (Mestrado em Botânica). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2009.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; ALMEIDA, R.J.; MELLO, J.M. & GAVINALES, M.L. **Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho de mata ciliar do córrego dos Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG)**. Revista Brasileira de Botânica 17: 67-85. 1994.

OLIVEIRA JUNIOR, E. D. **Compactação do solo devido ao tráfego de carretas florestais com dois tipos de pneus inflados a duas pressões diferentes**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – ESALQ- USP, 1998.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; VILELA, E.A.; CARVALHO, D.A. & GAVILANES, M.L. **Effects of soils and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in south-eastern Brazil.** *Journal of Tropical Ecology*, v.10, p.483-508, 1994.

OPA. **Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas:** Biodiversidade Brasileira, rica e ameaçada, 2007, p.13-27.

PIMM, S. L. 1991. **The balance of nature? Ecological issues in the conservation of species and communities.** The University of Chicago Press. Chicago, 434 p.

PRITCHETT, W. L.; ZWINFORD, K. R. **Response of slash pine to colloidal phosphate fertilization.** *Soil Science of America Proceedings*, Madison, v. 25, n. 5, p. 397-400, 1961.

QUEIROZ, Luiz Roberto de Souza. **O eucalipto: um século no Brasil.** São Paulo: Antonio Bellini Editora, 2007 127 p.

R Development Core Team (2009). **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

RAWITSCHER, F. **Algumas noções sobre a transpiração e o balanço d'água de plantas brasileiras.** *An. Acad. Bras. de Ciências* T. XIV n^o1. 1942.

RAWITSCHER, F.; FERRI, M. G. & RACHID, M. **Profundidade dos solos e vegetação em campos cerrados do Brasil Meridional.** *An. Acad. Bras. de Ciências* 4: 267-294. 1943.

REIS, A. Curso: **Restauração de áreas degradadas – Imitando a Natureza**, 2006. 90 p.

REIS, A., ZAMBONIN, R. M. & NAKAZONO, E. M. 1999. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal.** Série Cadernos da Biosfera 14. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Governo do Estado de São Paulo. São Paulo, 42 p.

REIS, A.; ESPINDOLA, M. B.; VIEIRA, N. K.; HMELJEVSKI, K.V. Apostila de Restauração Ambiental Sistemática do Laboratório Florestal: **Técnicas para restauração através da nucleação**, 2007, p 35-52.

ROCHA, C. T. V.; CARVALHO, D. A.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA FILHO. A. T., VAN DEN BERG, E.; MELO MARQUES, J. J. G. S. **Comunidade arbórea de um continuum entre floresta paludosa e de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil.** *Revista Brasil. Bot.*, V.28, n.2, p.203-218, 2005.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. **As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná.** *Ciência e Ambiente*, Santa Maria, n.1, p.75-92, 2002.

RODRIGUES, R.R. & NAVE, A.G. **Heterogeneidade florística das matas ciliares.** In: *Matas Ciliares: conservação e recuperação* (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho, eds.). São Paulo: EDUSP, p.45-71, 2000.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G.; ATTANASIO, C. M. **Adequação Ambiental de Propriedades Agrícolas in** Manejo Ambiental e Restauração de Áreas Degradadas, 2007, p. 145-171.

SÁ, M. A. C.; SANTOS JUNIOR, J. D. G. **Compactação do solo: conseqüências para o crescimento vegetal.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005 (Série Documentos).

SANTA CATARINA. Ponte Alta do Norte. Disponível em: <<http://www.sc.gov.br/portalturismo/Default.asp?CodMunicipio=390&Pag=1>>. Acesso em 26 de Julho de 2011.

SANTOS, M.; ROSADO, S. C. S.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. & CARVALHO, D. **Correlações entre variáveis do solo e espécies herbáceo-arbustivas de dunas em revegetação no litoral norte da Paraíba.** Cerne 6(1): p.19-29, 2000.

SAS Institute Inc® 2003. SAS Ver. 9.1.3 SAS Institute Inc.: Cary, NC, USA. Lic. UDESC.

SATTLER, M.A. **Variabilidade espacial de atributos de um Argissolo vermelho-amarelo sob pastagem e vegetação nativa na bacia hidrográfica do Itapemirim.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre/ES. 2006.

SCHIAVINI, I. **Environmental characterization and groups of species in gallery forests.** Pp. 107-113. In: International Symposium On Assessment And Monitoring Of Forests In Tropical Dry Regions With Special Reference To Gallery Forests, 1997. Brasília. **Proceedings...** Brasília, UNB. 1997.

SHIMIZU, J. Y.; JAEGER, P. e SOPCHAKI, S. A. **Variabilidade genética em uma população remanescente de araucária no parque nacional do Iguazu, Brasil.** Bol. Pesq. Fl., Colombo, n. 41, p.18-36, 2000.

SHIMIZU, JARBAS YUKIO. **Pínus na silvicultura brasileira.** Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 223 p.

SILVA JÚNIOR, M.C. **Relationships between the tree communities of the Pitoco, Monjolo and Taquara gallery forest and environmental factors.** Pp. 297-298. In: International Symposium On Assessment And Monitoring Of Forests In Tropical Dry Regions With Special Reference To Gallery Forests, 1997. Brasília. **Proceedings...** Brasília, UNB. 1997.

SILVA, L. G.; MENDES, I. C.; JUNIOR, F. B. R; FERNANDES, M. F.; MELO, J. T.; KATO, E. **Atributos físicos, químicos e biológicos de um Latossolo de cerrado em plantio de espécies florestais.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.44, n.6, p.613-620, jun. 2009

SIMIONI, F. J.; HOFF, D. N. **O Setor de Base Florestal na Serra Catarinense.** Lages: Uniplac, 2007.254p.

SIQUEIRA, A. S.; ARAÚJO, G. M.; SCHIAVINI, I. **Estrutura do componente arbóreo e características edáficas de dois fragmentos de floresta estacional decidual no vale do rio Araguari, MG, Brasil.** Acta bot. bras. 23(1): 10-21. 2009.

SOS MATA ATLÂNTICA. Atlas dos remanescentes florestais da mata Atlântica: período 2005-2009. São Paulo: 2009. 156p.

SOUZA, D. M. P.; SOUZA, M. L. P. **Alterações provocadas pelo florestamento de Pinus sp. na fertilidade de solos da região de Lapa-PR.** Revista Floresta, v. 12, n. 2, p. 36-50, 1981.

SOUZA, J.S.; DEL BOM ESPÍRITO-SANTO, F.; FONTESM, A.L.; OLIVEIRA FILHO, A.T. & BOTEZELLI, I. **Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um trecho de floresta semidecídua às margens do Rio Capivari, Lavras, MG.** Revista Ávore 27: 185-206. 2003.

SPELLMEIER, J.; PÉRICO, E.; FREITAS, E. M. **Composição Florística de um banhado no município de Estrela/RS.** Pesquisas. Botânica, v. 60, p. 367-381, 2009.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. 1997. **Principles and procedures of statistics – a biomerical approach.** 3. Ed. McGraw-Hill : New York, USA. 666 p.

STRECK, C.A.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; KAISER, D.R. **Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto.** C. Rural, 34:755-760, 2004.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C. e BISSANI, C.A. **Análise de solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).

TRES, D. R. e REIS, A. **La nucleación como propuesta para La restauración de La conectividad del paisaje.** II Seminario Internacional de Restauración Ecológica. Anais. Santa Clara, Cuba, 2007.

VAN DEN BERG, E. & OLIVEIRA FILHO, A.T. **Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas.** Revista Brasileira de Botânica 23: 231-253. 2000.